SESIC

265.7

HARVARD UNIVERSITY.

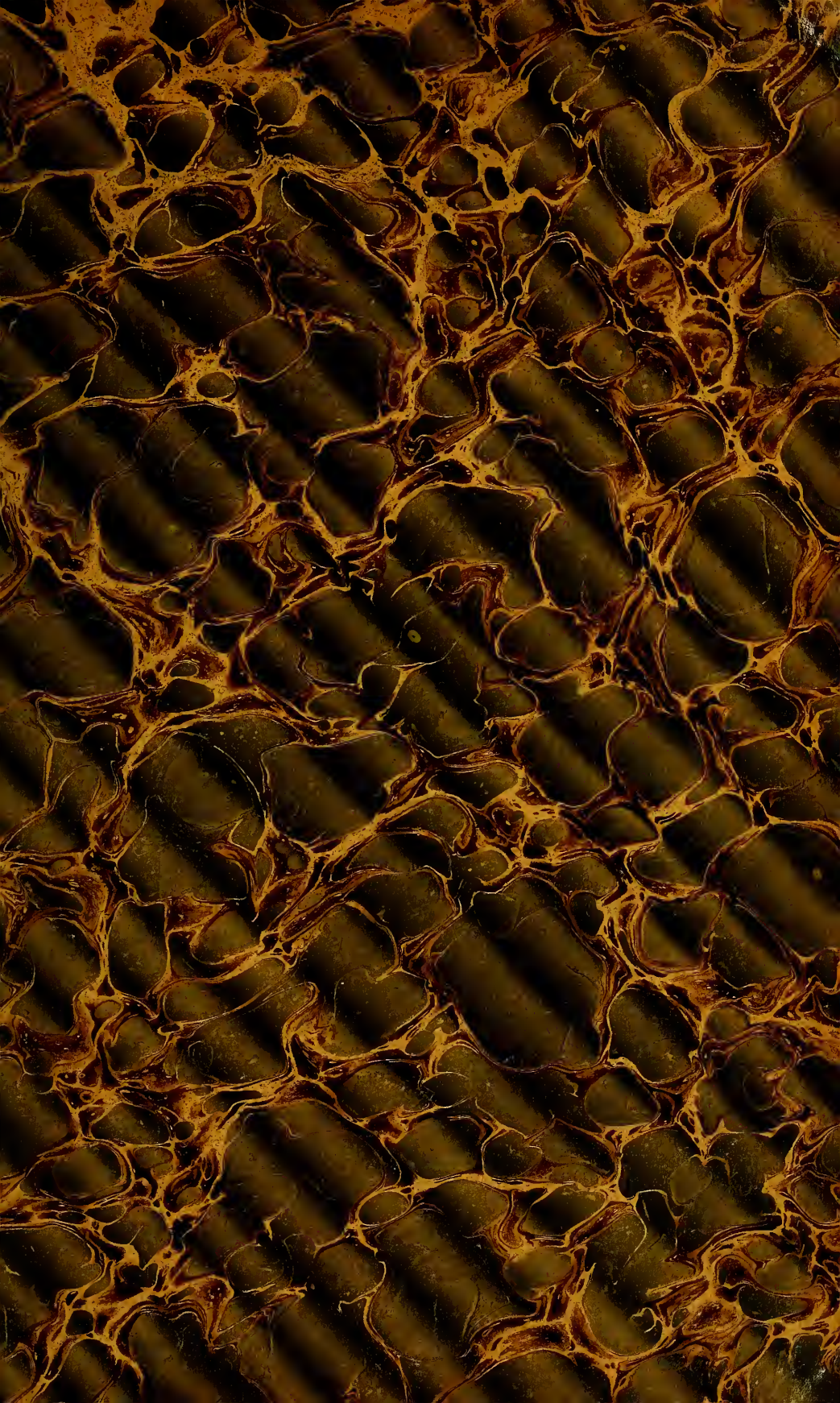
LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

12 328

6 Feb., 1890.



TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE ZOOLOGIE

DU

Dr Paul GIROD

FACULTÉ DES SCIENCES DE CLERMONT-FERRAND

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE ZOOLOGIE

DU

Dr Paul GIROD

Professeur adjoint à la Faculté des sciences,
Professeur à l'Ecole de médecine,
Lauréat de l'Institut.

TOME I

1887-1888

CLERMONT-FERRAND
Extrait de la « Revue d'Auvergne »
1888

FEB 6 1890

Museum of Comp. Zoöl.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos.

Dr Paul Girod. — Les éponges des Eaux douces d'Auvergne, avec 1 planche.

J. Richard. — Recherches sur la faune des eaux du Plateau central. Copépodes et Cladocères.

Dr Paul Girod. — Recherches sur la chlorophylle des animaux. — La matière colorante de l'Hydre verte.

J.-B. Eusebio. — La faune pélagique des lacs d'Auvergne, avec 1 planche.

J. Richard. — Recherches physiologiques sur le cœur des Gastéropodes pulmonés. — 2 parties.

AVANT-PROPOS

Ce volume comprend les publications du Laboratoire qui, se rapportant d'une façon spéciale à l'Auvergne, ont trouvé place dans la partie scientifique de notre *Revue*.

Par sa constitution géologique, par la distribution de ses rivières, par la composition de ses eaux minérales si variées, par la présence de lacs vastes et profonds dont plusieurs sont d'origine volcanique, le Plateau central réunit les conditions d'altitude et de milieu les plus favorables au développement des organismes adaptés à la vie aquatique. D'autre part, le grand éloignement de la mer et des laboratoires maritimes, fait de Clermont-Ferrand un centre pour les recherches sur la faune des eaux douces.

Nous nous sommes assigné un double but : dresser la liste la plus complète des types animaux de notre faune ; consacrer aux formes les plus intéressantes des recherches, pouvant mettre en lumière les détails de leur organisation, au point de vue anatomique et physiologique.

Telles sont les idées qui ont présidé à ces travaux. Nous ferons tous nos efforts pour compléter ce premier essai, persuadé qu'en approfondissant la faune d'Auvergne, nous jetterons les bases solides d'un travail d'ensemble sur la faune des eaux douces de la France.

Clermont-Ferrand, 1er août 1888.

Dr Paul Girod.

LES ÉPONGES

DES EAUX DOUCES D'AUVERGNE

Par le Dr Paul GIROD

Professeur adjoint à la Faculté des sciences
Professeur à l'Ecole de médecine

I.

Nos excursions de l'automne de 1887 et celles de l'année présente m'ont permis de recueillir une cinquantaine d'échantillons d'éponges, tant dans les lacs et les étangs que dans l'Allier et les ruisseaux qui s'y rendent.

La détermination de ces échantillons m'a donné des résultats importants en montrant que l'Auvergne possède plusieurs des espèces signalées en Europe.

Les éponges des eaux douces de la France ont été jusqu'ici fort négligées au point de vue systématique ; c'est pour combler cette lacune que j'ai entrepris ces recherches qui serviront d'introduction aux travaux d'ensemble que je prépare sur « les Spongilles de la Faune française ».

II.

Les premières observations sur les Spongilles sont dues à Plukenet (1). Sa « *Spongia fluviatilis, anfractuosa*

(1) Plukenet L. — *Almagestum.* Londini, 1696.

perfragilis ramosissima » fut étudiée en France par Reneaume (1).

Linné (2), appelé à s'occuper dans son *Systema naturæ* de la *Spongia* de Plukenet, la réunit dans son genre *Spongia* avec les quelques éponges marines connues et plaça ce genre parmi ses Cryptogamia-Lithophyta. Mais il distingua deux types spéciaux dans l'éponge d'eau douce :

Spongia lacustris : « *Spongia conformis repens fragilis, ramis erectis teretibus obtusis.* »

Spongia fluviatilis : « *Spongia conformis erecta, polymorpha.* »

Gmelin (3), dans sa révision des Spongia de Linné ajoute deux formes nouvelles aux précédentes :

Spongia friabilis : « *Spongia cinerea, friabilis, sessilis, amorpha subramosa.* »

Spongia canalium : « *Spongia ramis dichotomis teretibus incurvatis.* »

Lamarck (4) plaça les éponges dans l'Ordre III des Polypes : *Polypes à polypier*, mais il démembra le genre *Spongia* de Linné, réunissant les types marins à ses *Polypiers empâtés* et formant, pour les éponges d'eau douce, le genre *Spongilla*, qui constitue avec *Difflugia*, *Cristatella* et *Alcyonella* ses *Polypiers fluviatiles*.

Le genre *Spongilla* comprend pour lui trois espèces : *Spongia pulvinata*, *Sp. friabilis*, *Sp. ramosa*, basées, comme les formes de Gmelin, sur la forme extérieure et la structure générale.

Les résultats si différents obtenus par Gmelin et Lamarck pour la systématique des espèces de Spongilles, montre qu'il fallait des caractères plus précis pour établir la distinction précise des formes multiples observées.

(1) Reneaume M. L. — *Description de la Spongia saxatilis.* Dans Mém. Ac. d. Sciences. Paris, 1714.

(2) Linné C. — *Systema naturæ.* Edition XII, Holmiæ, 1767.

(3) Linné C. — *Systema naturæ.* Curante Gmelin. Ed. XIII. Lipsiæ, 1789.

(4) Lamarck J. — *Histoire des animaux sans vertèbres.* Paris, 1816.

Meyen (1), par ses observations sur la structure intime des Spongilles, mit en lumière la distinction fondamentale d'une espèce fluviatile et d'une espèce lacustre comme l'avait entrevu Linné. Il démontra que, dans *Spongilla lacustris*, les corps reproducteurs ou gemmules ont une paroi épaisse lisse, nue, sans formations squelettiques régulières, et que, dans *Spongilla fluviatilis* ces mêmes gemmules sont au contraire protégées par une enveloppe hérissée de petits corps durs, siliceux, qui s'engrènent et se juxtaposent étroitement. Ces petits corps sont chacun formés de deux disques reliés par une barre transversale et prennent le nom d'*amphidisques*.

Ehrenberg (2), reprenant l'étude des amphidisques, montra qu'ils se rapportaient à deux types différents. Les disques sont dans les uns circulaires, à bord libre continu et régulier; dans les autres, ces disques ont un bord plus ou moins profondément échancré et présentent une forme étoilée caractéristique. Sur l'opposition de ces caractères, Ehrenberg sépara de *Spongilla fluviatilis* type, à disques étoilés, une nouvelle espèce : *Spongilla erinaceus*, à disques circulaires.

L'étude des spicules des tissus conduisit Lieberkühn (3) à démembrer à son tour *Spongilla fluviatilis*. En effet, dans ce type, les spicules des tissus sont, sur certains échantillons : *lisses;* sur d'autres : couverts de *petits prolongements denticulés*. La constance de ce caractère, qui correspond à des modifications générales fort importantes, a conduit Lieberkühn à déterminer une nouvelle coupe dans l'espèce et à séparer de *Spongilla fluviatilis* un nouveau type : *Spongilla Mülleri*.

(1) Meyen F. — *Beitræge zur Kenntniss unseres Süsswassersrchwæmme.* In Müller's Archiv., 1839.

(2) Ehrenberg C, — *Ueber Kieselt von Pflanzen, besonders über Spongilla erinaceus.* In Bericht. Akad. Berlin, 1846.

(3) Lieberkühn N. — *Zur Entwickelungsgeschichte der Spongillen.* 3 mémoires. In Müller's Archiv., 1856.

Ainsi *Spongilla fluviatilis* de Linné et de Meyen donne trois formes distinctes :

Spongilla fluviatilis. — Meyen.
Spongilla Mülleri.. — Lieberkühn.
Spongiua erinaceus. — Ehrenberg.

Le démembrement des formes réunies sous le nom de Spongilla lacustris a été plus tardif. Noll (1), se basant sur les rapports des spicules avec les tissus et les gemmules, fit trois variétés : 1. *Sp. lacustris ramosa ;* 2. *Sp. lac. Lieberkühnii ;* 3. *Sp. lac. contecta.* Retzer (2) y ajouta : *Sp. lac. rhenana.*

En même temps Vejdovsky (3), s'occupant des éponges de Bohême, établissait, à côté de *Spongilla lacustris*, la variété *makrotheca* et précisait les caractères d'une forme spéciale : *Spongilla Jordanensis* et de sa variété *druliæformis.*

Dans ses *Deutschen Süsswasserschwœmme*, Retzer n'admet qu'un seul genre et considère toutes les formes décrites comme dépendant de deux seules espèces :

Gattung *Spongilla :*

I. Art, *Sp. lacustris.* — II. Art, *Sp. fluviatilis.*

Dans ses *Süsswasserschwœmme Bœhmens,* Vejdovsky au contraire établit des sous-genres :

1. Subgenus. *Euspongilla*
2. — *Ephydatia*
3. — *Trochospongilla*

et considère comme espèces distinctes *Ephydatia Mülleri* et *Trochospongilla erinaceus.*

(1) Noll. — *Flussaquarien Zool. Garten,* 1870.

(2) Vejdovsky F. — *Die Süsswasserschwœmme Bœhmens.* In Abhandl. der Kœnigl. Bœhm. Gesellschaft, etc. VI. Folge 12; Band, 1883.

(3) Retzer W. — *Die deutschen Süsswasserschwœmme.* Inaug. Dissert. Tübingen, 1883.

En 1878, Dybowski (1) fixa l'attention sur une forme spéciale : *Spongilla sibirica*, qu'il décrivit et qui se trouve correspondre à *Spongilla fragilis* de Leidy (2). C'est cette espèce que Noll (3) a cru découvrir sous le nom de *Spongilla glomerata*.

En 1884, le même naturaliste (4) a fait connaître une forme nouvelle sous le nom de *Dosilia Stepanowii*.

Enfin, en 1886, Fr. Petr (5) a donné la diagnose d'*Ephydatia bohemica*.

En se basant sur ces découvertes récentes, Vejdovsky (6), reprenant la classification des Spongilles européennes connues, groupe les nombreuses espèces décrites autour des types nettement définis ; il considère comme genres les sous-genres qu'il avait formés ; il établit de nouveaux genres, leur subordonne des sous-genres, enfin les réunit en deux sous-familles dépendant de la famille des *Spongillidæ*.

Si l'on tient compte du point de doute placé par Wierzejski (7) à la suite de *Euspongilla rhenana*, on voit que *Euspongilla lacustris*, d'abord considérée comme une souche d'espèces nombreuses, doit être regardée comme un type fort variable, mais qui conserve toujours des ca-

(1) Dybowski W. — *Ueber Spongien*, Zoologisch. Anzeiger, 1878. — *Studien über Spongien des russischen Reiches*. In Mém. acad. Saint-Pétersbourg, VIIe série, T. XX, 1881.

(2) Leidy. — Proceed. Acad. nat. sc. Philadelphia, 1851.

(3) Noll F. — *Spongilla glomerata*. In Zoologischer Anzeiger, nº 239, 1886.

(4) Dybowski W. — *Ein Beitrag zur Kenntniss des Dosilia Stepanowii*. In Zoologisch. Anzeig., nº 175, 1884.

(5) Petr Fr. *Recherches sur la faune des Spongilles de Bohême*. Mémoire publié en langue bohémienne avec résumé allemand. In Sitzgsber. K. Bœhm. Gos. d. Wiss, 1886.

(6) Vejdovsky Fr. — *Einiges über Spongilla glomerata N.* Dans Zoologisch. Anzeiger, nº 239, 1886. — *Diagnoses of European Spongillidæ*, dans l'ouvrage de Potts Edw. *Synopsis of the American form of Fresh Water Sponges*. In : Proc. Acad. nat. Sc. Philadelphia, 1887.

(7) Wierzejski A. — *Bemerkungen über Süsswasserschwœmme*. In Zoologisch. Anzeiger, nº 245, 1887. — *Les éponges d'eau douce de Galicie*. In Archives slav de Biologie, tome II, 1887.

ractères suffisamment précis pour ne former qu'une espèce distincte.

Le tableau suivant résume la classification de Vejdovsky.

Fam. SPONGILLIDÆ.

(*a*) Subfam. SPONGILLIDÆ, Carter.

I. Genus *Spongilla*.

* Subgenus *Euspongilla*, Vejd.

(1) *Euspongilla lacustris*, aut.

(2) *Euspongilla rhenana*, Retzer.

*** Subgenus *Spongilla*.

(3) *Spongilla fragilis*, Leidy.

(*b*) Subfam. MEYENNÆ, Carter.

II. Genus *Trochospongilla*, Vejd.

(4) *Trochospongilla erinaceus*, Ehrbg.

III. Genus *Ephydatia*, Gray.

(5) *Ephydatia Müllerі*, Lieberkühn.

(6) *Ephydatia fluviatilis*, aut.

(7) *Ephydatia bohemica*, F. Petr.

IV. Genus *Carterius*, Potts.

(8) *Carterius Stepanowii*, Petr. Dyb.

Je rapporterai à ce tableau, adoptant sa disposition générale, les formes que j'ai recueillies et observées en Auvergne.

III.

Les éponges d'eau douce se présentent comme fixées aux morceaux de bois flottants, aux poteaux ou aux pierres submergées. Les unes vivent dans les eaux courantes, les autres dans les eaux stagnantes des lacs et des étangs. Elles sont tantôt en masses cylindriques allongées, coniques ou digitées, tantôt en lames aplaties sur les pierres ou formant manchon autour des petites branches ou des tronçons de racines. Leur consistance est gélatineuse; leur surface irrégulière est couverte de mamelons percés au sommet d'un orifice ou *oscule* d'où s'échappe un courant d'eau continu.

A la fin de l'été, on voit se former, dans la masse, des corpuscules arrondis que Linné comparait à des *graines de thym*. Ces corpuscules sont destinés à la propagation de l'espèce et ont reçu le nom de *gemmules*.

Pour les recherches systématiques que nous avons entreprises, je dois fixer l'attention sur les points histologiques qui servent de base à la détermination des espèces.

Les caractères distinctifs sont tirés de l'*organisation* des *gemmules* et d'autre part de la forme des *spicules siliceux* répandus dans les tissus ou fixés sur les gemmules.

Les *gemmules* sont nues, limitées par une membrane chitineuse lisse, ou bien elles sont protégées à la surface par une double cuirasse de plaques siliceuses. Ces plaques sont réunies deux à deux par une barre transversale et chaque ensemble ainsi constitué prend le nom d'*amphidisque*.

Dans la masse du tissu de l'éponge on distingue la substance fondamentale ou *parenchyme* et des bandes enchevêtrées en un reticulum plus ou moins dense, bandes de kératose qui forment le *squelette* de l'éponge.

Des *spicules siliceux* se montrent partout ; les uns sont dispersés sans ordre dans le parenchyme : *spicules parenchymateux*, les autres se réunissent en faisceaux sur les bandes de kératose et s'opposent aux précédents comme *spicules squelettiques*. Souvent une couche de parenchyme enveloppe étroitement la gemmule ; les spicules qui se trouvent dans cette couche forment des spicules parenchymateux *gemmulaires*.

La conservation des éponges dans l'alcool à 90° est parfaite ; il est bon de noter cependant une modification profonde dans la couleur. Pour la dissociation de l'éponge et l'étude des spicules, on peut employer la potasse à chaud ou l'eau de javelle.

IV.

I. Genus Spongilla, auct.

Subgenus : Euspongilla, Vejd.

Euspongilla lacustris, auct.

Diagnose : *Gemmules nues sans amphidisques, disséminées dans le parenchyme. — Spicules squelettiques longs, rectilignes, terminés par deux pointes. — Spicules parenchymateux de deux ordres : les uns épais, incurvés, épineux ; — les autres fins, en aiguilles déliées.* (Fig. 1.)

L'absence d'amphidisques sur les gemmules est un caractère fondamental du genre *Spongilla*. La dissémination des gemmules oppose le sous-genre *Euspongilla* ou sous-genre *Spongilla*, où les gemmules sont réunies par groupes et enveloppées par une membrane commune. Les gemmules ont ici 1 millim. de diamètre (A).

Les grands spicules du squelette sont en général rectilignes ou très légèrement incurvés. Ils ont en moyenne $0^{mm}38$ de longueur et $0^{mm}015$ de largeur (B). Leurs pointes sont plus ou moins aiguës, suivant les échantillons considérés. Les uns s'effilent en fuseaux allongés (B, a), d'autres sont entaillés brusquement à la pointe, comme une plume à écrire (B, b). A cet ordre de spicules se rapportent des formes anormales qui prédominent dans certains exemplaires, s'arrondissant à une extrémité, se brisant ailleurs en angle plus ou moins aigu ou émettent une branche latérale obtuse (B, c, d, e).

Les spicules du parenchyme sont moins développés (C). Un premier type (C, a) atteint une longueur de $0^{mm}10$ et une largeur de $0^{mm}005$. Ils sont recourbés, recouverts de fins prolongements qui les rendent épineux. Un second type (C, b) atteint $0^{mm}06$ de longueur, mais est d'une finesse telle qu'elle échappe à une mensuration précise.

Habitat. — Les exemplaires types proviennent du lac Pavin. En 1859, ils avaient fixé l'attention de Lecoq (1), qui crut devoir les rapporter à une espèce spéciale.

« Cette espèce, dit-il, me paraît nouvelle et se rapproche de la Spongille des grands lacs du Nord, dont je n'ai pu voir d'échantillon. » L'examen microscopique des tissus aurait désabusé Lecoq en lui montrant les spicules caractéristiques et les gemmules nues de la *Spongilla lacustris* de Meyen.

Par tous ses caractères l'espèce observée au Pavin correspond à *Euspongilla lacustris* type, de Vejdovsky, et à la *Spongilla lacustris, var. Lieberkühnii*, de Noll, adoptée par Retzer.

Quelques exemplaires provenant de l'étang du Charbon près de Beauregard-l'Evêque, présentent de nombreux spicules anormaux de la *var. Makrotheca* de Vejdovsky.

II. — Genus Trochospongilla, Vejd.

Trochospongilla erinaceus, Ehenb.

Diagnose : *Les Gemmules portent des amphidisques* (Fig. 2). — *Chaque amphidisque est formé de deux disques arrondis, à bord continu et entier. — Spicules squelettiques rectilignes à épines nombreuses et saillantes. — Spicules du parenchyme droits ou légèrement courbes, terminés en pointes aiguës, lisses, fréquemment renflés dans leur région moyenne.*

La caractéristique de cette espèce est fournie par les amphidisques, qu'Ehrenberg a décrits le premier. Leur forme est celle d'un bouton double et chaque bouton aplati est limité par une circonférence régulière.

Habitat. — Je ne connais de cette éponge que les amphidisques. Dans une dissociation de gemmules d'*Ephidatia Mülleri*, j'ai obtenu les amphidisques de *Trocho-*

(1) Lecoq H. — *Observations sur une grande espèce de Spongille du lac Pavin*, In Mémoires Académie de Clermont-Ferrand, 1859.

spongilla. J'ai pensé à la réunion des deux éponges en une masse commune, mais n'ai pu découvrir, en place, de nouvelles gemmules de *Trochospongilla* (1). L'échantillon provenait d'une pêche faite à Pont-du-Château. Mes recherches entreprises pour retrouver cette curieuse éponge sont restées jusqu'ici infructueuses.

III. — Genus ephydatia, Gray.

Le genre *Ephydatia* se rapproche du genre *Trochospongilla* par *la présence d'amphidisques sur les gemmules*. Mais, dans les Ephydatia, chaque amphidisque est formé de deux lames parallèles *dont le bord, échancré* plus ou moins profondément, présente *une forme étoilée* caractéristique :

Ephydatia Mülleri, Lieberkühn.

Diagnose : *Les gemmules portent des amphidisques étoilés à tige courte. — Spicules squelettiques légèrement incurvés, épineux* (Fig. 3).

Les amphidisques (A) sont ramassés, à tige médiane courte, à lames terminales échancrées en étoiles à rayons multiples. La tige médiane est continue et lisse. Les gemmules ont $0^{mm}70$ de diamètre. Quant aux spicules qui se détachent sur le fond granuleux du parenchyme, ils sont de deux dimensions : les uns atteignent $0^{mm}04$ de longueur, les autres n'ont que $0^{mm}02$; ils se montrent hérissés d'épines courtes sur toute leur surface (B).

Habitat. — Je possède de nombreux exemplaires recueillis sur les bords de l'Allier, à des profondeurs variables : Pont-du-Château, Cournon. M. Richard a donné à la Faculté un échantillon provenant de Vichy.

Notre espèce correspond à l'*Ephydatia Mülleri* de Vejdovsky et à *Sp. fluviatilis, var. Mülleri* de Retrez.

(1) Ganin M. *(Materialy ke posnanju stroveniœ i roswitiœ gubok Warschau*, 1879*)*, suppose l'identité de ces deux espèces.

Ephydatia fluviatilis, auct.

Diagnose : *Les gemmules portent des amphidisques étoilés à tige élancée. — Spicules squelettiques rectilignes, lisses, quelques-uns plus petits renflés en leur centre.* (Fig. 4).

Les amphidisques (A) sont à tige allongée avec une dépression circulaire médiane plus ou moins profonde. Cette tige porte ordinairement un ou deux prolongements épineux. Les lames ont un bord plus ou moins profondément échancré. Ces échancrures délimitent une vingtaine de dents aiguës simulant une roue denticulée.

Les spicules ont les dimensions suivantes : longueur, $0^{mm}04$; largeur, $0^{mm}015$ (B, a). On trouve souvent des formations spiculaires avec renflement occupant une position variable (B, b).

Habitat. — Elle était très abondante dans les bassins de l'Ecole de pisciculture du Jardin Lecoq ; j'en ai trouvé plusieurs échantillons dans la Tiretaine et les ruisseaux qui s'y rendent entre Fontanas et Royat.

Cette espèce correspond à la *var. Meyenii* de la *Spongilla fluviatilis* de Retzer.

La comparaison de la faune de nos Spongilles avec celle décrite par Retzer et Noll pour l'Allemagne est intéressante, puisqu'elle met en évidence ce fait que nous possédons toutes les espèces allemandes à amphidisques.

Quant aux variétés de l'*Euspongilla lacustris* signalées tant par Vejdovsky que par Retzer, tout nous fait espérer que des recherches plus longues, faites dans des régions spéciales par les conditions de milieu qu'elles présentent, nous les feront découvrir.

Clermont-Ferrand, imprimerié Mont-Louis. rue Barbançon, 2.

1 Euspongilla lacustris

2 Trochospongilla erinaceus

3 Ephydatia Müllerí

4 Ephydatia fluviatilis

RECHERCHES

SUR LA

FAUNE DES EAUX DU PLATEAU CENTRAL

COPÉPODES ET CLADOCÈRES

PAR J. RICHARD

Licencié ès sciences naturelles.

I.

Depuis l'année dernière, j'ai pu examiner un grand nombre d'entomostracés provenant de localités très diverses.

J'ai pensé qu'il était intéressant de donner, dans nos travaux de zoologie locale, une liste complète des types provenant du Plateau Central et de réunir les matériaux les plus intéressants se rapportant aux Cladocères et aux Copépodes de nos eaux douces. C'est dans ce but que j'ai formé la liste présente, avec l'indication des points où chaque espèce a été rencontrée et les données nécessaires sur la date d'apparition et les caractères spécifiques des types douteux.

Mes travaux antérieurs (1) m'ont permis d'utiliser de

(1) J. Richard. — I. Liste des Cladocères et des Copépodes d'eau douce observés en France. (Bull. de la Soc. zool. de France, t. XII, p. 156-163, 1887.)

II. Sur la faune pélagique de quelques lacs d'Auvergne. (Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences, 14 novembre et 12 décembre 1887.)

III. Entomostracés nouveaux ou peu connus. (Bull. de la Soc. zool. de France, 28 février 1888.)

IV. Cladocères et Copépodes non marins de la faune française. (Revue scientifique du Bourbonnais, mars-avril 1888.)

nombreuses observations qui me font considérer la liste présentée ici, comme contenant le plus grand nombre des espèces de notre faune locale.

J'ai reçu de M. le Dr P. Girod les animaux provenant de ses pêches à Sainte-Marguerite (janvier 1887), parmi lesquels j'ai rencontré le *Cyclops fimbriatus* nouveau pour la faune française ; et je dois à M. Eusebio d'intéressantes captures faites dans les environs de Clermont.

J'ai, de mon côté, recueilli de nombreux matériaux aux environs de Vichy, de Clermont, à diverses époques. Les environs de Tulle, en juin et juillet, les lacs Pavin, Bourdouze, Montcineyre, Chambon et Guéry de la région du Mont-Dore, en août et septembre, m'ont donné un grand nombre d'espèces intéressantes. Le bassin du château du Vernet, où j'ai été si bien accueilli par MM. du Buysson, m'a fourni encore une bonne récolte au mois de mai 1887.

II.

COPEPODA.

Cet ordre d'entomostracés a été encore plus négligé en France que celui des Cladocères. Les anciens auteurs ont confondu, sous le nom générique de *Cyclops*, plusieurs genres bien distincts. Ils ont de plus donné le même nom, *Cyclops quadricornis*, aux diverses espèces, de sorte qu'on ne peut pas établir de synonymie.

Les Copépodes libres non marins de notre faune appartiennent aux trois familles suivantes : Cyclopidæ, Harpacticidæ, Calanidæ.

I. Cyclopidæ.

Cyclops tenuicornis Claus.

J'ai fréquemment rencontré ce *Cyclops* aux environs de *Vichy*, à diverses époques de l'année, toujours en petit

nombre et le plus souvent avec *C. signatus* Koch, *à l'étang de Brach près de Tulle.*

Var. *annulicornis Sars.* J'avais signalé l'année dernière (1) une variété très remarquable de cette espèce sous le nom de *var. distinctus.* Je suis convaincu qu'elle n'est pas autre chose que *C. annulicornis Sars.* Cette variété n'est connue jusqu'à présent, en France, qu'*aux environs de Vichy.*

Cyclops signatus Koch.

Cette espèce est très répandue ; mais elle ne se trouve pas en grandes troupes comme plusieurs des suivantes ; *Vichy ; étangs de Brach et de Ruffaud ; lac d'Aydat.*

Cyclops strenuus Fischer.

Cet animal se trouve très souvent en nombre considérable du mois d'octobre au mois de mai, et beaucoup plus rarement pendant l'été. Il est très souvent coloré en rouge plus ou moins intense. *Flaque d'eau presque au sommet de Gergovia ; diverses localités aux environs de Vichy.* J'ai trouvé une variété de cette espèce adaptée à la vie pélagique *dans les lacs Pavin, Chambon, Guéry, Bourdouze ;* c'est par millions d'individus qu'elle était représentée.

Cyclops viridis Fischer.

Ce *Cyclops* est peut-être le plus répandu ; on le trouve à toutes les époques de l'année. Je connais sa présence dans les localités suivantes : *Jardin des Plantes de Clermont ; Vichy ; étang de Brach.*

Cyclops lucidulus Koch.

Cette espèce est beaucoup plus rare que les précédentes. M. Moniez ne la signale pas. Je ne l'ai trouvée jusqu'ici que dans deux localités très voisines : *à Mariols*, à quelques kilomètres de Vichy, avec *C. pulchellus* et peu après, *à Vichy même*, mais toujours en petit nombre.

(1) J. Richard, I, p. 162.

Cyclops pulchellus Koch.

Sans être commun, ce *Cyclops* est cependant moins rare que le précédent. Je l'ai trouvé aux environs de *Vichy* et *à Mariols*.

Cyclops simplex Poggenpol.

Cette espèce est rare. Je l'ai recueillie pour la première fois *à l'étang de Cognet, en septembre 1886 et en juin 1887 à Vichy*, en assez grand nombre dans ces deux localités.

Cyclopsh yalinus Rehberg.

Rehberg (1) a décrit, sous ce nom, une espèce trouvée par lui près de Brême en 1880. Je crois devoir ranger ici un *Cyclops* qui diffère fort peu de celui dont il est question (2).

J'ai rencontré pour la première fois cette espèce à Chaville en août 1806, et plus tard *à Vichy*, en nombreux exemplaires pendant les mois de mai, juin et septembre.

Cyclops languidus Sars.

J'ai rencontré cette espèce *à Vichy* en mars 1887. La description de Sars s'applique parfaitement à ce *Cyclops* et de point en point. J'ai trouvé de nombreux spécimens de cette petite espèce ($0^{mm}75$) toujours au même endroit et seulement au printemps.

Cyclops serrulatus Fischer.

Ce *Cyclops* est aussi répandu que *C. viridis*. Il a été trouvé dans les localités suivantes : *tous les environs de Vichy ; Charade, près Clermont ; Jardin des Plantes de Clermont; lac d'Aydat ; étangs d'Urlan, de Brach, de Ruffaud près de Tulle ; lac Chambon.*

(1) Rehberg. Beitrag zur Kenntniss der freilebenden Süsswasser-Copepoden. Bremen 1880, p. 542. (In Abhandlungen von Naturwiss. Verein Bremen.)

(2) J. Richard, IV, p. 7-8. Diagnose.

Cyclops prasinus Fischer (1).

Ce *Cyclops* qui a environ 1 millim. se trouve assez fréquemment *aux environs de Vichy* (*étang de Barenton, Malavaux, Abrest*) en octobre. Il est encore à signaler *à l'étang de Ruffaud.*

Cyclops diaphanus Fischer.

Cette jolie petite espèce qui atteint à peine 1 millim. se trouve assez souvent *à Vichy* à diverses époques de l'année.

Cyclops fimbriatus Fischer.

Ce *Cyclops*, trouvé pour la première fois en France dans le trop-plein de la source minérale de Sainte-Marguerite (Puy-de-Dôme) par M. le Dr Paul Girod, est, d'après M. Moniez, très commun *à Lille; lac de Gérardmer*. Les exemplaires que j'ai eus ont vécu très longtemps dans l'eau minérale concentrée de plus en plus par l'évaporation lente.

D'autre part, des individus placés dans un bocal d'eau ordinaire y ont prospéré d'une façon remarquable.

II. Harpacticidæ.

Canthocamptus staphylinus Jurine.

Cette espèce est très commune *aux environs de Vichy; Charade et sommet du plateau de Gergovia près Clermont; lac d'Aydat; à l'étang de Saclay.*

Canthocamptus minutus Claus.

Cette espèce est beaucoup plus rare que la précédente. Je n'en ai recueilli que de rares exemplaires *à Vichy*, au printemps et au mois d'août.

(1) J. Richard, IV, p. 9. Diagnose.

III. Calanidæ.

Diaptomus castor Jurine.

J'ai trouvé cette espèce *à l'étang de La Tour et à l'étang de Coignet près de Vichy; à Vichy; à Broût-Vernet; à l'étang de Brach.*

Diaptomus cœruleus Fischer.

Ce *Diaptomus* paraît préférer les grandes mares et les lacs aux petites flaques d'eau où se complaît l'espèce précédente. Il est souvent incolore, quelquefois d'un blanc laiteux, ou d'un beau bleu clair. Je l'ai trouvé d'abord *à l'étang de la Beaume, aux environs de Vichy ; à l'étang de Cognet.* Il se rencontre encore en nombre incalculable dans les *lacs Pavin, Montcineyre, Bourdouze, Aydat.*

CLADOCERA

I. Sididæ.

Sida crystallina O. F. Muller.

Cette grande espèce se rencontre *à Vichy ;* dans les *étangs de Cognet, de Brach, d'Urlan, de Ruffaud; au lac de Montcineyre.*

Daphnella brandtiana Fischer.

Je puis indiquer son existence dans les localités suivantes : *étangs d'Urlan, de Brach; Vichy; lac d'Aydat, lacs Chambon et Bourdouze.* C'est par milliers que j'ai trouvé cette espèce dans les deux dernières localités.

II. Holopedidæ.

Holopedium gibberum Zaddach.

C'est par millions d'individus que je trouve cette espèce *au lac de Guéry* à 1240^{m}, *et au lac Montcineyre* où il était beaucoup plus rare.

III. Daphnidæ.

Daphnia Schœfferi Baird.

Cette intéressante Daphnie se rencontre *à Hauterive près de Vichy.*

Daphnia pulex de Geer.

Cette espèce extrêmement commune et très répandue se trouve souvent en grandes troupes. On la rencontre dans tous *les environs de Vichy, dans les bassins du Jardin des Plantes de Clermont, à Broût-Vernet, à Tulle, à l'étang de Brach.*

Daphnia longispina Leydig.

On la trouve *à l'étang de la Beaume, à Vichy, au lac d'Aydat, aux lacs Pavin, Guéry, Montcineyre, Bourdouze.*

Daphnia cucullata Sars.

On ne connaît jusqu'ici en France qu'une variété de cette espèce, la forme *apicata* de Kurz, regardée par cet auteur comme une espèce distincte. Elle provient du *lac Chambon* où j'ai pu en recueillir des quantités considérables.

Simocephalus vetulus O. F. Muller.

C'est le plus commun des cladocères. On le trouve dans les *environs de Vichy, Broût-Vernet, lac d'Aydat, étangs de Brach, de Ruffaud.*

Simocephalus serrulatus Koch.

Straus qui a signalé cette espèce la regarde comme une variété de sa *Daphnia vetula.* Cette forme est commune *à Vichy*, à diverses époques de l'année. On la rencontre encore *à Abrest (Allier).*

Ceriodaphnia megops Sars.

Commune *à Vichy; à Abrest; lac Chambon.*

Ceriodaphnia reticulata Jurine.

Cette espèce est commune aux environs de *Vichy ;* elle se trouve encore *à Broût-Vernet.*

Ceriodaphnia pulchella Sars.

Cette forme est assez fréquente *à Vichy, à Abrest, à l'étang de Ruffaud, aux lacs Bourdouze et Montcineyre.*

Scapholeberis mucronata O. F. Mutler.

On rencontre ce cladocère très fréquemment *à Vichy* et *à l'étang de Brach.* La forme « *fronte cornuta* » est beaucoup plus commune que la forme « *fronte lœvi* ».

Moina rectirostris O. F. Muller.

J'ai trouvé rarement cette espèce, mais toujours en très grand nombre *à l'étang de La Tour, à Barantan, à Abrest et à Hauterive*, toutes localités voisines de Vichy où j'ai recueilli de nombreux individus de *M. rectirostris* dans des flaques d'eau le long de l'Allier.

IV. Bosminidæ.

Bosmina Cornula Jurine.

C'est à cette espèce qu'il faut rapporter les nombreux individus *de l'étang de Cognet* et non à *B. longirostris*, comme je l'avais indiqué l'année dernière. Cette forme est rare *à Vichy.*

Bosmina longirostris O. F. Muller.

Je l'ai recueilli en assez grand nombre *à l'étang de Brach ;* assez rare au *lac d'Aydat ;* très abondante dans *les lacs Guéry, Chambon, Montcineyre, Bourdouze.*

V. Lyncodaphnidæ.

Macrothrix laticornis Jurine.

Ce cladocère est rare à *Abrest ;* il n'a pas été retrouvé depuis.

Drepanothrix dentata Euren.

Cette forme extrêmement remarquable et connue seulement en Norwège, en Danemark et en Angleterre, se rencontre *à l'étang de Brach et à l'étang d'Urlan aux environs de Tulle.* Elle semble y être assez commune.

Ilyocryptus sordidus Liévin.

Cette forme est encore très rare; elle est signalée *au marais de Fretin*, et je l'ai trouvée à l'état de débris dans *l'étang de Brach.*

VI. Lynceidæ.

Eurycercus lamellatus O. F. Muller.

Cette espèce qui est la plus grande de toutes celles de la famille est extrêmement commune et répandue. *Etang de la Beaume, Malavaux, Vichy; lac d'Aydat; étangs d'Urlan*, de *Brach, de Ruffaud; lac Montcineyre.*

Camptocercus rectirostris Schœdler.

C'est cette forme rencontrée à Chaville que j'ai désignée dans ma première liste sous le nom de *Lynceus macroris.* Elle est rare *au lac Chambon et au lac d'Aydat.*

Acroperus leucocephalus Koch.

Très commun dans nombre de localités: *Vichy, étangs de Brach et de Ruffaud, lacs d'Aydat et Bourdouze.*

Alonopsis elongata Sars.

Cette forme intéressante est assez commune *au lac Montcineyre.*

Alona affinis Leydig.

J'avais précédemment désigné cette espèce sous le nom de *Lynceus quadrangularis.* Elle paraît assez commune et très répandue. *Vichy, étang d'Urlan, lacs d'Aydat, Montcineyre et Bourdouze.*

Alona tenuicaudis Sars.

On la rencontre en été dans les flaques d'eau laissées par un ruisseau *aux Malavaux près Vichy ;* elle est aussi assez commune *à l'étang de Cognet.*

Alona costata Sars.

Aux Malavaux avec l'espèce précédente ; abondante *au lac d'Aydat, étangs de Brach, de Ruffaud, lac de Montcineyre.*

Alona Moniezi Richard.

Cette espèce qui appartient au groupe difficile de l'*A. intermedia Sars* a été trouvée d'abord près de Vichy. Le bassin du parc de M. du Buysson, à Broût-Vernet, m'en a donné de nombreux exemplaires mâles et femelles.

Alona falcata Sars.

Cette curieuse *Alona* n'a encore été rencontrée qu'aux *Malavaux près Vichy*, où j'en ai recueilli un exemplaire.

Alona testudinaria Fischer.

Cette forme se trouve *à Abrest* en petit nombre.

Alona rostrata Koch.

Assez commune *au lac Chambon ;* rare dans *l'étang de Cognet.*

Pleuroxus excisus Fischer.

Lac d'Aydat, assez rare.

Pleuroxus nanus Baird.

Ce *Pleuroxus* est le plus petit des cladocères, ne dépassant pas 0^{mm} 25. Il paraît être très abondant et très répandu, quoiqu'il échappe facilement à la vue par sa petitesse. *Lac d'Aydat.*

Pleuroxus hastatus Sars.

Cette espèce est rare. Je l'ai indiquée l'année dernière *aux Malavaux* sous le nom de *Pl. lævis.*

Pleuroxus trigonellus O. F. Muller.

Cette forme est rare *à Vichy, au lac d'Aydat.*

Pleuroxus aduncus Jurine.

Ce *Pleuroxus* qui est très voisin du précédent est assez commun *à Vichy.*

Pleuroxus personatus Leydig.

Cette espèce est encore fort rare. On la rencontre quelquefois *à Vichy, au lac d'Aydat.*

Pleuroxus truncatus O. F. Muller.

C'est la forme la plus commune du genre, on la trouve quelquefois en grand nombre : *Etang de Cognet; Malavaux, Vichy; lac d'Aydat, lac Montcineyre.*

Chydorus sphæricus O, F. Muller.

Cladocère extrêmement commun et très répandu ; on le rencontre *à Vichy, Clermont, Broût-Vernet, étangs de Brach, de Ruffaud, d'Urlan, Tulle, lac d'Aydat, lac Bourdouze.*

Chydorus globosus Baird.

Cette espèce est beaucoup plus rare. *Vichy.*

VII. Polyphemidæ.

Polyphemus pediculus de Geer.

Ce remarquable cladocère semble assez rare en France. J'en ai recueilli un nombre relativement peu considérable de spécimens dans la zone littorale *du lac Pavin.*

En résumé, parmi les copépodes, le genre *Cyclops* est fort bien représenté chez nous. *Canthocamptus* et *Diaptomus* font encore partie de notre faune.

Quant aux cladocères, nous ne comptons jusqu'ici que

très peu d'espèces des genres *Daphnia* et *Bosmina*. Il nous manque en effet la plupart des espèces pélagiques si intéressantes. Cela tient certainement à ce que les lacs français n'ont pas été suffisamment explorés et l'on peut être assuré que beaucoup de formes viendront s'ajouter à celles que nous connaissons, au fur et à mesure que nos eaux douces seront mieux connues. Il est à remarquer que *D. pennata* signalée dans presque toute l'Europe, manque à notre faune quoiqu'elle ait les mêmes mœurs que *D. pulex* qui est si commune.

Clermont-Ferrand, typographie Mont-Louis, rue Barbançon, 2.

Recherches sur la Chlorophylle des Animaux.

La Matière colorante de l'Hydre verte.

Par

Dr Paul GIROD,

Maître de Conférences à la Faculté des sciences de Clermont,
Professeur à l'Ecole de médecine,
Lauréat de l'Institut.

INTRODUCTION.

I.

La matière verte, connue sous le nom de chlorophylle, donne à l'être qui la contient une propriété d'une importance fondamentale. Sous l'action de la lumière, la matière vivante, imprégnée de chlorophylle, décompose l'acide carbonique de l'air et assimile le carbone, pouvant former de toutes pièces, en le combinant avec l'oxygène, l'hydrogène et l'azote, les composés carbonés ternaires et quaternaires destinés à sa nutrition.

Ainsi les êtres à chlorophylle s'opposent à ceux dépourvus de cette matière; les premiers pouvant seuls tirer de l'air ambiant le carbone, point de départ des composés organiques multiples, les seconds se trouvant dans la nécessité d'emprunter aux précédents les matériaux nécessaires à leur nutrition. Les êtres à chlorophylle forment ainsi un intermédiaire obligé entre les êtres sans chlorophylle et l'acide carbonique de l'air qui est la base essentielle de l'aliment.

Les végétaux contiennent en général la chlorophylle sous forme de grains ou de rubans déliés, cependant les champignons et quelques espèces de phanérogames font exception et ne présentent jamais dans leurs tissus de formations analogues. Les animaux au contraire se rapprochent des champignons par l'absence de chlorophylle. On observe cependant quelques types animaux chez lesquels la coloration verte semble due à la chlorophylle. Le stentor de Muller, l'euglène verte, la spongille d'eau douce, l'hydre verte, une planaire (*convoluta Schultzii*) et quelques autres sont dans ce cas.

La chlorophylle entraînant avec elle l'apparition d'une fonction ayant pour but l'assimilation du carbone, il est intéressant de savoir si les animaux qui possèdent cette substance se comportent comme la généralité des végétaux et fixent le carbone dans leurs tissus.

Il est un autre point qui ne présente pas un moindre intérêt. Les travaux de MM. de Bary, Schwendener, Bornet, Ress et Stahl ont mis en relief la curieuse organisation des lichens. Ces végétaux sont formés de deux parties distinctes : un champignon, être dépourvu de chlorophylle, amas de filaments déliés, et des corpuscules verts, chargés de chlorophylle, englobés dans la masse filamenteuse. Ces corpuscules sont des algues pouvant mener une vie indépendante et qui s'associent au champignon pour mener une vie en commun, recevant du champignon l'acide carbonique et les matières azotées et lui donnant en échange les composés organiques formés par l'action chlorophyllienne. Ce phénomène a reçu le nom de symbiose. Les animaux colorés par la chlorophylle présentent-ils un cas analogue de symbiose, les corpuscules verts observés dans ces organismes ne sont-ils pas des formes indépendantes associées un moment aux tissus animaux ?

Ainsi, la matière verte observée chez les animaux peut-elle être en tous points comparée anatomiquement et physiologiquement à la chlorophylle des végétaux? Si la comparaison est possible, se trouve-t-on en présence de corpuscules appartenant aux tissus mêmes de l'animal, ou bien a-t-on sous les yeux des formes végétales définies, associées à l'animal et présentant un cas analogue à celui des lichens? C'est sous cette forme que se pose le problème de la chlorophylle animale.

Les réponses données par les naturalistes qui se sont occupés de cette question sont tellement contradictoires que de nouvelles expériences devenaient nécessaires. Ainsi les conclusions du travail de M. Patrik Geddes (1) sur les planaires vertes sont combattues par M. A. Barthélemy (2). Quant à l'hydre verte, les opinions émises se résument dans deux mémoires de date récente. M. K. Brandt (3) conclut que l'hydre verte, privée de nourriture animale, laisse « ses tentacules se ratatiner et se réduire en de courts tronçons incapables de capturer la proie » et se nourrit dès lors par ses corpuscules chlorophylliens, qui sont des algues associées. M. L. Von Graff (4) prétend, au contraire, que « les algues ou pseudo-corps chlorophylliens de l'hydre ne jouent aucun rôle dans la nutrition de l'animal ». Il y avait donc à reprendre ces conclusions, à vérifier les expériences, à chercher par des voies nouvelles à trouver la solution du problème.

(1) *P. Geddes.* — Sur la chlorophylle animale. *Archives zool. Exp.* T. III, p. 52-28.

(2) *A. Barthélemy.* — Sur la Physiologie d'une planaire verte. *Comptes-Rendus. Ac. Sc.* T. XCIX, n° 4.

(3) *K. Brandt.* — Uber die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren.

I. *Archiv. f. Physiologie de Du Bois-Reymond.* 1882.

II. *Mittheil. d. Zool. Stat. zu Neapel.* T. IV.

Ueber Chlorophyll im Thierreich. Kosmos, neue Serie. T. I. 1884.

(4) *L. Von Graff.* — Zur Kenntniss der hp. Function des Chlorophylls im Thierreich. *Zoologischer Anzeiger.* 1884, n° 177.

II.

Nos recherches ont porté sur un petit polype qui abonde aux environs de Clermont. L'hydre verte se rencontre dans les ruisseaux à écoulement lent qui se couvrent de lemnas et de véroniques. Les bassins à rouir le chanvre qui sont creusés dans les prairies qui bordent la route de Beaumont sont précieux pour cette pêche. On attire hors de l'eau les tiges de véroniques et de salicaires et on examine avec soin les feuilles : on découvre de cette façon des petits points d'un beau vert émeraude, d'aspect gélatineux, qui sont les hydres revenues sur elles-mêmes. Le lambeau de feuille qui porte l'animal est placé dans un flacon rempli d'eau, et bientôt l'animal s'étale, il s'allonge en une tige grêle terminée par un bouquet de fils d'une ténuité extrême. Souvent on voit sur le corps de l'hydre une ou plusieurs masses arrondies avec leurs bras étalés ; ce sont les bourgeons plus ou moins développés qui donneront des hydres nouvelles en se séparant de la mère. La recherche sous les feuilles de lentille d'eau qui se trouve mentionnée dans les livres classiques est impossible; elle est aisée au contraire sur les plantes indiquées, et l'on peut ainsi se procurer en une heure cinquante à soixante individus. La couleur verte de l'hydre est due à une matière considérée comme chlorophylle.

Sur d'autres points, les masses que l'on observe sur les feuilles sont d'un brun orangé vif et, lorsqu'elles s'étalent, elles donnent des hydres semblables aux précédentes, mais différant par la couleur. Cette seconde forme constitue l'hydre brune, qui ne contient pas de chlorophylle. La présence de ces deux types nous a semblé très-favorable pour les recherches à entreprendre. Possédant deux formes animales identiques, l'une avec chlorophylle, l'autre sans chlorophylle, nous pouvions espérer obtenir, par la comparaison, des résultats que les méthodes suivies n'a-

vaient pu indiquer. Nous avons groupé nos recherches en chapitres successifs : recherches anatomiques, physico-chimiques, physiologiques et embryogéniques. Les conclusions seront données dans un résumé final.

RECHERCHES ANATOMIQUES.

Les travaux de Kleinenberg (1) et de Jickeli (2) ont donné sur l'organisation histologique de l'hydre des détails très-précis. C'est sur les cellules endodermiques, qui contiennent la matière colorante verte, qu'ont porté nos recherches.

Ces cellules endodermiques se rapprochent beaucoup, comme organisation, des cellules végétales. Une fine membrane limite la cellule et le protoplasma est distendu par une grande vacuole souvent découpée par des trabécules intermédiaires. Le protoplasma forme contre la paroi une utricule primordiale où se trouvent enchâssés le noyau et les diverses productions cellulaires.

Le noyau arrondi, volumineux, est toujours appliqué contre une des faces latérales de la cellule. Il est accompagné par les globules verts qui correspondent aux grains de chlorophylle des végétaux. Enfin, on remarque sur la face libre de la cellule ou sur sa face profonde des granulations qui semblent en rapport avec les matières assimilées par l'animal ; ce sont de petits corps anguleux, carrés, triangulaires, à l'aspect vert-olivâtre foncé, brun, souvent tirant sur le noir.

Les globules verts sont arrondis, ils mesurent en moyenne 7^{mm} et sont formés, comme les grains de chlorophylle, d'un stroma protoplasmique épais, albumineux, à la surface duquel se dépose le pigment vert.

Ces grains se multiplient par scission transversale,

(1) *D. N. Kleinenberg.* — Hydra. Leipzig. 1872.
(2) *Jickeli.* — Morphol. Jahrb. Gegenbaur. T. VIII. 1882.

ainsi qu'il est facile de le reconnaître sur les cellules des bourgeons en voie de développement. Ce phénomène, difficile à observer chez l'adulte, peut être mis en évidence par ce procédé spécial. Le grain s'allonge, s'étrangle suivant son milieu, prend la forme d'un bissac et se divise enfin en deux grains nouveaux.

Ces grains se meuvent dans l'intérieur des cellules. Des hydres fixées à la cocaïne, après exposition aux rayons du soleil, nous ont toujours présenté les grains appliqués sur les faces latérales. Après l'action d'une lumière peu intense, les grains se groupent aux deux extrémités de la cellule. Nous avons cherché à déterminer le nombre des grains en nous servant d'un micromètre quadrillé. Les grains se rencontrent en nombre variable de 5-6 à 22. Cependant, sur une préparation donnée, les cellules contiennent en général une moyenne de grains qui varie peu. Cette dernière observation demandait une explication.

L'examen des hydres à l'œil nu montre que la coloration varie d'intensité. Des individus placés dans l'eau filtrée sont d'un vert plus foncé, presque noir, tandis que les exemplaires grassement nourris sont de teinte plus pâle. Cette observation, faite dans les conditions les plus diverses, en nous servant d'une gamme de colorations vertes auxquelles nous comparions les individus en expérience, nous amène à conclure que :

L'intensité de la coloration est en rapport inverse de la facilité qu'a l'animal à capturer sa proie.

La numération des grains dans les cellules appartenant à des individus soumis à ces conditions diverses, a confirmé l'examen précédent et nous permet de dire que :

Le nombre des grains dans chaque cellule de l'endoderme correspond à l'intensité de coloration.

D'après ces considérations, les cellules endodermiques contiennent des granules verts qui se comportent comme des grains de chlorophylle et dont le nombre augmente lorsque l'animal est privé de nourriture. Si les granules

observés sont physiologiquement identiques à la chlorophylle, nous voyons dans ce dernier fait un des plus intéressants phénomènes. La fonction chlorophyllienne, d'abord secondaire, augmente sa surface d'élaboration pour donner à l'animal les matériaux alimentaires qui ne lui sont plus fournis par la voie normale.

RECHERCHES PHYSICO-CHIMIQUES.

La chlorophylle de l'hydre répond par ses propriétés physiques et chimiques à la chlorophylle des végétaux.

Les globules verts traités par l'éther, le chloroforme, l'huile grasse se décolorent.

Pour observer facilement cette action il faut agir sur des tissus dilacérés sur la lamelle du microscope, car l'action des réactifs sur l'hydre intacte semble entravée par l'imperméabilité de la cuticule périphérique. La chlorophylle se présente donc comme une teinture verte qui imprègne des granules de protoplasma.

Le spectre d'absorption de la chlorophylle de l'hydre correspond à celui observé chez les végétaux. Ne pouvant songer à obtenir une dissolution, nous avons eu recours à l'examen du spectre obtenu en faisant tomber le faisceau de rayons solaires sur l'animal écrasé de façon à présenter une lame de tissus de la plus grande ténuité.

L'emploi de la cocaïne comme l'indique M. Richard nous a permis de fixer les hydres dans l'extension et d'obtenir par compression une lame verte allongée correspondant à la fente du spectroscope.

Le spectre obtenu nous a toujours présenté :

La bande d'absorption, d'un noir intense, nettement limitée, située dans le rouge, au niveau de la ligne B.

Un assombrissement de la moitié la plus réfrangible du spectre à partir de la raie F jusqu'à l'extrémité violette.

La chlorophylle que l'anatomie et la chimie nous révèlent dans les cellules endodermiques de l'hydre remplit-elle la même fonction que la chlorophylle étudiée chez les végétaux ?

D'après Brandt, l'assimilation du carbone s'opère avec une telle énergie que l'hydre verte peut se passer de toute nourriture animale. Il se base sur cette observation que l'hydre placée dans l'eau filtrée laisse s'atrophier les tentacules qui ne sont plus nécessaires à la capture de la proie. Si, en temps ordinaire, l'hydre verte saisit comme les espèces non vertes les petits crustacés qu'elle introduit dans sa cavité digestive, c'est par voracité innée, plutôt que pour prendre un aliment que ses algues associées peuvent lui fabriquer de toutes pièces. Du reste l'habitude fait disparaître ce besoin de capture avec les tentacules qui en sont les instruments actifs.

L. Von Graff qui reprend les expériences de Brandt les complète par des observations tirées de la vie d'hydres placées dans des conditions diverses. Il dispose une série de huit flacons : quatre sont mis en pleine lumière, quatre sont entourés d'un papier noir et placés ainsi dans l'obscurité la plus parfaite, on les réunit par deux et l'on forme ainsi quatre groupes distincts :

Le premier groupe reçoit chaque jour l'eau de l'aquarium ; le second groupe reçoit la même eau, mais on ne la renouvelle que chaque semaine ; le troisième groupe reçoit de l'eau filtrée que l'on renouvelle ; le quatrième groupe de l'eau filtrée persistante. Chaque flacon reçoit trois exemplaires vivaces d'hydres vertes. Au 35e jour tous les exemplaires sont morts. On a noté avec soin les décès successifs des animaux en expérience, on peut dès lors

chercher à tirer l'importance des conditions extérieures sur la vie de ces animaux. Le tableau donné par Von Graff le conduit à admettre qu'une seule condition est nécessaire à la vie de l'hydre, la présence de l'eau de l'aquarium chargée d'infusoires et de principes nutritifs ; la lumière ou l'obscurité ont une influence négligeable. D'où cette conclusion absolument opposée à celle de Brandt : que la chlorophylle ne joue aucun rôle dans la vie de l'hydre.

Une question aussi importante que celle qui nous occupe demande de la part du physiologiste des bases plus solides pour lui donner une solution.

Voici l'ensemble des expériences que nous avons imaginées.

1. Les hydres vertes placées dans des conditions normales émettent-elles de l'oxygène?

L'automne de 1885 nous ayant permis de recueillir en quelques excursions plusieurs centaines d'hydres, je pris les dispositions suivantes :

On découpa et on souffla des tubes de moyen calibre de façon à obtenir de petites éprouvettes, étirées en pointe, à l'extrémité fermée, et portant dans leur région moyenne une ampoule. Les hydres qui s'étaient fixées en grand nombre sur des rubans de soie blanche déposés dans les vases qui les contenaient, furent placées dans chaque ampoule, et l'éprouvette préalablement remplie d'eau fut retournée sur le mercure. On fit passer dans l'éprouvette un demi-centimètre cube d'acide carbonique.

Trois éprouvettes ainsi préparées contenant en moyenne cent cinquante hydres furent exposées à la lumière solaire. On constata après une durée d'expérience de 6 heures du matin à 6 heures du soir, qu'une bulle de gaz s'était formée dans chaque tube. Ce gaz recueilli à l'aide d'une pipette de Doyère ne change pas de volume au contact de

la potasse et est absorbé par le pyrogallate de potasse; c'est donc de l'oxygène.

Cette triple expérience reprise trois jours de suite nous a donné des résultats identiques.

Que conclure? Que la chlorophylle se comporte dans l'hydre comme dans les feuilles vertes soumises à la même expérience. L'acide carbonique de l'air est décomposé, le carbone fixé, et il y a émission d'oxygène.

Désireux de confirmer ces premières données que j'adressais à l'Académie des Sciences dans un manuscrit sur les matières pigmentaires, j'ai consacré les animaux provenant de nos premières pêches de 1886 à de nouvelles expériences. Je n'hésite donc pas à considérer l'émission d'oxygène comme une démonstration certaine de l'identité physiologique de la chlorophylle dans *hydra viridis* et dans les végétaux.

Les mêmes expériences faites sur l'hydre brune m'ont servi de témoins. Dans ce cas, je n'ai pas observé de dégagement gazeux, je crois donc avoir éloigné les causes d'erreur pouvant en imposer en provoquant un dégagement d'autre origine.

2. Ce premier résultat acquis, j'ai cherché à déterminer le rôle joué par l'assimilation du carbone dans la vie de l'hydre.

J'ai employé la méthode des flacons de Von Graff, mais je l'ai modifiée de façon à rendre les résultats probants.

On prépara huit bocaux.

A reçut des hydres vertes, B des hydres brunes, et ces deux premiers bocaux furent placés en pleine lumière.

Les bocaux C et D enveloppés d'un papier noir opaque reçurent le premier, des hydres vertes, le second, des hydres brunes.

Ces quatre premiers bocaux reçurent chacun vingt exemplaires d'hydres, on y versa l'eau de l'aquarium et

l'on eut soin d'y introduire chaque matin deux tubes de daphnies et de cyclops.

L'hydre est excessivement vorace et dans les conditions normales elle se charge en quelques jours de dépeupler un bocal rempli des petits crustacés cités. Grâce au développement énorme de ces animalcules dans les bassins du Jardin botanique, nous avons pu répondre à cette condition nécessaire de l'expérience.

Les bocaux EFGH au contraire reçurent de l'eau filtrée; les deux premiers placés à la lumière, les deux autres enveloppés d'un papier opaque reçurent comme les précédents des lots d'hydres vertes et des lots d'hydres brunes. Cette expérience renouvelée six fois à quelques mois d'intervalle nous a toujours donné les mêmes résultats.

Dans les bocaux A et B les hydres présentent tous les caractères d'une vie opulente. Le corps se couvre de bourgeons qui restent longtemps attachés à la mère et forment des colonies de 3 à 5 individus. Au bout de deux mois, on constatait la multiplication extrême des individus, les bourgeons détachés avaient formé des souches nouvelles à tel point que les parois et le fond du bocal sont couverts d'hydres de toute grandeur. Ici, hydres vertes et hydres brunes présentent les mêmes caractères de développement et de santé; les hydres vertes pêchent avec ardeur les daphnies qui passent à leur portée.

Lorsque l'animal peut capturer des proies abondantes l'action de la chlorophylle semble tout à fait secondaire. L'examen des bocaux B et C confirme cette conclusion, car dans l'obscurité les hydres vertes abondamment pourvues bourgeonnent, s'accroissent, se multiplient, semblent dans de bonnes conditions d'existence.

L'examen des bocaux contenant l'eau filtrée est plus instructif. Hydres vertes et hydres brunes meurent très-rapidement d'inanition, à l'obscurité, dans les bocaux GH. Dans la lumière, les hydres brunes du local F meurent à peu près dans un temps égal, tandis que les hydres vertes

du bocal E luttent longtemps encore contre l'inanition. Du 6e au 10e jour les hydres brunes avaient disparu tandis qu'au 25e jour on observait encore les hydres vertes fixées aux parois. Dans ce cas, la fonction chlorophyllienne semble dominer la vie de l'être et lui fournit un moyen d'attendre les conditions meilleures et des proies plus faciles. Mais il y a simple moyen d'attente, car l'hydre perd bientôt toute sa vigueur ; elle vit, mais elle ne donne pas de bourgeons latéraux et puis ses bras se rétractent et l'animal réduit à son corps quitte le bocal, flotte, se désagrège et disparaît. Il suffit de suivre une hydre brune passant par les mêmes phases pour s'assurer que le phénomène de la rétraction des bras signalée par Brandt est le signe prochain de la mort de l'être et non pas une préparation à un nouveau genre de vie.

3. Les expériences du laboratoire se trouvent confirmées par les résultats de nos pêches qui nous ont donné sur l'habitat des deux types d'hydres d'intéressantes découvertes.

Les bassins à rouir le chanvre de Beaumont sont alimentés par une source d'eau vive. Ils s'étagent de façon à former six gradins communiquant par de petites cascades. Les bassins supérieurs sont profonds de 3 mètres, puis les suivants vont en décroissant de profondeur jusqu'au dernier où coule une nappe d'eau de quelques centimètres. L'hydre brune abonde dans ce bassin peu profond, les véroniques en sont littéralement couvertes ; plus haut, les exemplaires sont plus rares et, à partir de la cascade moyenne, ils disparaissent à tel point qu'on ne peut parvenir à en découvrir. Les recherches les plus minutieuses ne nous ont pas permis de découvrir dans toute cette zone un seul exemplaire d'hydre verte. En revanche, ce type apparaît à la cascade moyenne et occupe les bassins supérieurs, pullulant dans le premier bassin à grande profondeur. Cette localisation des deux espèces nous a semblé

caractéristique. Nous avons maintes fois essayé de transporter des hydres vertes dans les bassins inférieurs, nous n'avons jamais trouvé de traces d'une acclimatation probable. Au mois de septembre, la source grossie par les pluies d'automne envahit les bassins, emportant les véroniques et leurs verts habitants. Nous pûmes pendant quinze jours recueillir l'hydre verte dans les eaux basses, sur les débris de végétaux arrachés, mais bientôt les derniers exemplaires disparurent et dès le milieu d'octobre les deux espèces se localisaient de nouveau dans leurs bassins respectifs.

J'avais conclu que l'hydre verte est un animal de haute mer tandis que l'hydre brune habite les grèves basses et boueuses. Restait à découvrir la cause de cette différence d'habitat.

Ayant agité le flacon que je venais de remplir à la source, je m'aperçus d'un dégagement de bulles gazeuses d'acide carbonique. L'analyse chimique confirma cette pensée et je me trouvai ainsi en possession d'un fait important pour la question qui nous occupe. Les bassins supérieurs sont chargés d'acide carbonique ; mais les cascades successives permettent le dégagement du gaz à tel point qu'à partir du 3e bassin la quantité n'est plus appréciable. Je n'hésite pas à voir dans cette différence de composition de l'eau la cause du groupement des deux espèces à deux hauteurs différentes. La présence de l'acide carbonique en excès dans les eaux habitées par l'hydre verte me paraît en rapport avec la fonction chlorophyllienne qui, étant donnée la pauvreté de la proie dans les bassins supérieurs, peut jouer dans des circonstances diverses un rôle important pour la vie de ces animaux.

Ces considérations nous permettent de conclure que les grains de chlorophylle de l'hydre se comportent comme les corpuscules correspondants des végétaux. Mais cette fonction chlorophyllienne est secondaire et subordonnée aux manifestations générales de la vie de l'hydre qui cap-

ture et se nourrit de proies vivantes qu'elle digère, absorbe et assimile comme sa congénère l'hydre brune.

Si la chlorophylle de l'hydre préside à l'assimilation du carbone, il faut se demander sous quelle forme se fait cette assimilation!

Geddes et Barthélemy ont signalé dans leur planaire verte des grains de matière amylacée formés par les éléments verts. Toutes mes tentatives sur les tissus de *hydra* pour mettre en évidence par le microscope et les réactifs la fécule ont échoué. Et cependant j'ai examiné des hydres sur le point de disparaître après un jeûne d'un long mois, c'est-à-dire dans les conditions qui me semblaient exagérer au maximum la fonction chlorophyllienne. Les recherches entreprises sur les végétaux sont loin d'avoir démontré partout la présence de la matière amylacée dans les grains de chlorophylle et d'autre part l'interprétation à donner à l'apparition de ces grains est loin d'être définie, puisque les uns y voient un premier acte assimilateur, les autres le résultat de la désassimilation. On comprend que les composés ternaires qui se forment puissent appartenir à un groupe soluble et directement assimilable. Les expériences sur les végétaux pourront seules élucider cette question.

4. De plus, le pigment vert, comme les pigments animaux épidermiques, sert à rendre moins apparent l'animal qui le porte. Les faits de mimétisme sont assez nombreux dans la science pour nous permettre d'émettre cette idée. Or, nos pêches confirment cette conclusion. Les véroniques et les salicaires des hauts bassins où vit l'hydre verte sont fixées et portent des feuilles fraîchement épanouies et vivement colorées. Dans les bassins inférieurs s'accumulent les débris de plantes, les feuilles jaunies et brunâtres et c'est sur ces pétioles que s'accrochent par groupes de 3, 5, 7 les hydres brunes qui s'étalent dans la vase où grouillent les petits crustacés. Ce fait de mimétisme est des plus frappants.

L'hydre se reproduit par des bourgeons et d'autre part par des éléments sexués, œuf et spermatozoïde.

Nos expériences sur le bourgeonnement ont eu pour but de savoir si, à l'obscurité, les tissus qui se forment par accroissement des tissus préexistants forment dans leurs cellules des grains de chlorophylle. Les hydres mises en expérience dans le bocal C ont répondu affirmativement. A l'obscurité, les bourgeons qui se développent contiennent des corpuscules verts, donc l'étiolement ne se produit pas. Mais il suffit de rappeler les expériences de M. Schmidt (1) qui ont démontré que les feuilles des fougères et les embryons de *pinus* forment de la chlorophylle dans la plus parfaite obscurité, pour considérer ces résultats comme n'étant pas opposés à l'interprétation des faits précédents.

L'étude de l'œuf nous a fourni des renseignements précieux. Le développement de l'ovaire et de l'œuf a été suivi et décrit avec une précision et une clarté parfaites par le docteur Kleinenberg qui nous a servi de guide; nous renvoyons à cet auteur pour les descriptions des phénomènes, nous insistons seulement sur les points qui touchent à notre travail.

L'œuf amiboïde de l'hydre verte est d'abord incolore.

A mesure qu'il s'accroît, on voit apparaître et se multiplier dans le vitellus des granulations protoplasmiques incolores.

Ces granulations sont envahies par le pigment vert.

Au moment où l'œuf abandonne les tissus maternels, les grains de chlorophylle sont formés.

De ces faits nous concluons :

Que les grains de chlorophylle doivent jouer un rôle dans la vie de l'hydre puisque l'œuf, incolore tant qu'il dépend de la paroi maternelle où il trouve une nourriture

(1) *Schmidt.* Ueber einige Wirkungen. — Breslau, 1870.

abondante, se charge de granulations vertes au moment où il va mener une vie indépendante.

Que les grains de chlorophylle apparaissent dans l'œuf comme dans la cellule végétale sous forme de leucites incolores où se dépose plus tard le pigment vert. Cette dernière considération détruit l'idée de la symbiose de l'hydre avec des algues unicellulaires.

Si la symbiose existait, les algues faisant partie de l'association donneraient les individus premiers destinés à l'œuf. On pourrait donc suivre la pénétration des algues colorées dans le vitellus de l'œuf. Le procédé que nous observons est tout différent : le protoplasma vitellin différencie dans sa masse des leucites incolores qui se pigmentent ensuite. Une telle formation correspond au développement de corpuscules chlorophylliens dans une cellule végétale dont ils dépendent et n'a aucun rapport avec l'origine et la multiplication des gonidies des lichens.

Des faits présentés dans les chapitres précédents, nous concluons :

Que la chlorophylle de Hydra présente l'organisation, les propriétés physiques et chimiques de la chlorophylle végétale ;

Qu'elle apparaît dans l'œuf comme le font les leucites colorés des végétaux ;

Que les grains observés dans les cellules endodermiques dépendent, comme formation, du protoplasma cellulaire et ne correspondent point à des éléments étrangers (algues monocellulaires) venant du dehors ;

Que, partant, l'association de l'animal hydre et d'algues vertes n'existe pas (symbiose) ;

Que la chlorophylle de l'hydre préside à l'assimilation du carbone et qu'en même temps elle sert, comme pigment vert, aux rapports de coloration de l'animal avec le milieu extérieur (mimétisme).

Clermont-Ferrand, typographie Mont-Louis, rue Barbançon, 2.

Cette note a pour but de faire connaître des détails d'expériences que j'ai résumées dans le précédent mémoire.

Ces détails se rapportent à mes recherches physiologiques.

Dès 1883 de nombreuses hydres vertes furent recueillies à Beaumont par les élèves du laboratoire. Depuis ce moment les excursions ont été nombreuses de ce côté et je suis heureux de remercier tous ceux qui ont contribué à approvisionner mes aquariums.

Mes premiers essais ne furent pas heureux. Les hydres vertes recueillies étaient placées dans des tubes à essai reposant sur l'extrémité fermée. Lorsqu'elles semblaient fixées à la paroi, on retournait le tube sur la cuve à eau. Mais, la nécessité d'exposition à la lumière pendant de longues heures me fit abandonner cette disposition ; les hydres se détachaient et tombaient au fond de la cuve.

La nécessité de réunir les hydres en expérience sur un point donné me fit modifier la forme de l'éprouvette. Des tubes de moyen calibre (8 à 10 mill. de diamètre) furent soufflés en boule à leur partie moyenne et étirés en pointe à l'extrémité fermée. Les animaux portés dans la boule résistaient mieux aux mouvements imprimés au tube.

En obtenant la fixation des animaux dans les bocaux sur des rubans de soie blanche, je pus assurer la persistance du groupe d'hydres dans l'ampoule.

D'abord, les éprouvettes reçurent l'eau de la source contenant normalement de l'acide carbonique et furent retournées sur la cuve à eau. Je constatai dès lors l'émission de l'oxygène.

Désireux de donner plus de précision à mon expérience, j'ai cherché à réaliser un système plus parfait. A cet effet, je cherchai à obtenir une série d'éprouvettes de capacité sensiblement égale. L'eau de la source fut remplacée par de l'eau contenant une quantité d'acide carbonique déterminée et pour assurer la persistance de la dissolution, je me servis de la cuve à mercure.

L'expérience est ainsi conduite :

L'éprouvette porte deux traits de repère, l'un à 20 cc., l'autre à 20 cc. 5.

Alors, l'éprouvette est remplie d'eau ; les hydres sont introduites et l'on retourne sur le mercure. On retire la quantité d'eau nécessaire pour faire monter le mercure au repère de 20 cc. et on ajoute la quantité d'eau saturée d'acide carbonique pour faire descendre le mercure au deuxième repère.

Chaque éprouvette est ainsi préparée, recevant des hydres vertes ou des hydres brunes suivant la constatation à faire ; elle est fixée à l'aide d'une pince sur une petite cuve à mercure mobile.

L'exposition à la lumière solaire est dès lors des plus faciles et l'on peut varier à l'infini les conditions de l'expérience.

La bulle plus ou moins volumineuse qui se forme dans chaque éprouvette est de l'oxygène. Il suffit, avec les précautions usitées, de la recueillir avec la pipette à gaz et de la soumettre sur le mercure aux actions successives de la potasse et de l'acide pyrogallique pour constater l'absorption de la bulle et caractériser ainsi sa nature.

RECHERCHES

SUR

LA FAUNE PÉLAGIQUE DES LACS D'AUVERGNE

PAR J.-B. EUSÉBIO

Licencié ès sciences naturelles.

INTRODUCTION.

Dans ses remarquables travaux sur la faune des lacs suisses, le Dr Forel (1) a établi d'une façon définitive la division des animaux en faunes distinctes, suivant les points particuliers des lacs où ils se cantonnent.

« A côté des faunes profonde et littorale, l'on trouve au milieu et à la surface de nos lacs un groupe d'animaux présentant des caractères communs, vivant dans des conditions spéciales, qui mérite d'être décrit sous le nom de faune pélagique. »

Comme les lacs suisses, les lacs d'Auvergne permettent une semblable division de leur faune.

Sur les bords, parmi les forêts de Ranunculus aquatilis, de Myriophyllum, de Ceratophyllum, de Potamogetons, sur les gazons de Chara et de Nitella, parmi les Ulothrix et les Conferves, vivent une série de formes appartenant aux algues inférieures et aux animaux aqua-

(1) Forel, Mater. faune prof. du lac Léman, 1876. — La Faune profonde des lacs suisses, 1885.

tiques. Les Diatomées revêtent de leur poussière brunâtre les fonds vaseux et les tiges des plantes, tandis que les larves d'insectes, les hydrachnides, des crustacés multiples, des vers annélides, rotateurs et planaires nagent ou rampent sur la boue du fond. L'hydre brune et l'hydre verte s'attachent aux véroniques et les gastéropodes pulmonés et lamellibranches s'enfoncent sous les pierres et dans le sable.

Tous ces êtres sont intimement attachés au rivage, les plantes ont besoin d'une lumière vive, non tamisée par une grande épaisseur d'eau, pour la complète action de leur chlorophylle sur l'acide carbonique qui les nourrit et les animaux qui s'y attachent sont des nageurs médiocres qui ne peuvent songer à s'éloigner du rivage, ayant besoin de fréquents repos dans leurs pérégrinations pour la recherche de la proie. Cet ensemble constitue la faune littorale.

La faune pélagique commence au-delà de ces forêts, de ces gazons; au point même où par l'abaissement du fond il se forme une ligne de démarcation entre les êtres qui vont s'attacher aux grandes profondeurs et ceux qui vont rester à la surface, habitants exclusifs des eaux superficielles. Ces derniers forment la faune pélagique, les seconds, la faune profonde.

Les données précises sur la faune littorale sont nombreuses. Il existe en effet des relations étroites entre les rives des lacs et les bords des rivières ou ruisseaux qui s'y rendent. Les naturalistes se sont adonnés à la capture des espèces vivant dans les petits cours d'eau d'un abord facile, et des catalogues et de bonnes descriptions permettent de considérer comme fort avancé le classement systématique des espèces formant ce groupe.

La présence des lacs sur des points fort restreints des régions européennes et de la France en particulier a au

contraire rendu difficiles les captures et les recherches dans ce sens, et c'est de ces dernières années que datent des faits consciencieux et précis.

Le Dr Forel a donné une vive impulsion à cette étude par la publication de ses remarquables travaux. Placé dans la région helvétique la plus favorisée par ses lacs nombreux, profonds, d'une étendue considérable, il a su faire dans ce champ presque inexploré les découvertes les plus imprévues. Le naturaliste suisse trouva aussiôt de nombreux collaborateurs.

Dès 1877, le professeur Pietro Pavesi (1) exécutait sur les grands lacs du nord de l'Italie des pêches multipliées et confirmait les résultats de Forel.

Tandis qu'Asper (2) et Imhof (3) poursuivaient sur les lacs de Suisse de nouvelles recherches, Loven, G.-O. Sars, Lilljeborg, en Suède et en Norwège, Uljanin et Fischer en Russie, Baird et Lankester en Angleterre, Maitland en Hollande, Hellich, Fric et Kurz en Bohême, P.-E. Müller en Danemark, Wierzepki en Autriche, Schœdler, Liévin, Zaddach, Lütz, Leydig, Claus, Weissmann, Zacharias et d'autres encore, en Allemagne, entassaient des matériaux sur les faunes des lacs de l'Europe.

Les lacs d'Annecy et du Bourget, compris par leur position parmi les lacs subalpins, ont été étudiés par Forel et par Imhof; ce sont les premiers lacs français scrutés au point de vue qui nous occupe. En 1887, MM. Dolfus et Moniez entreprirent un voyage zoologique sur les lacs des Vosges (4). Là se bornent les indications des recher-

(1) Prof. Pietro Pavesi. — Fauna pelagica del Lagi Italiani. — In Societa Veneto. Trentina d. Sc. nat. — Padova, 1883.

(2) Beitræge zur Kenntniss der Tiefseefauna der Schweizer Seen. — In Zoolog. Anzeiger. II, 1880.

(3) Studien zur Kenntniss der pelagischen Fauna der Schweizer Seen. — In Zoolog. Anzeiger. VI. 1883.

(4) Dolfus et Moniez : Le lac de Gerardmer. — Feuille des jeunes naturalistes, 1887.

ches entreprises sur la faune pélagique des lacs de France, recherches bien incomplètes si on les compare à celles accomplies dans le reste de l'Europe.

Parmi les régions françaises négligées par les zoologistes, l'Auvergne se présente avec des lacs nombreux, creusés sur un sol dont la constitution géologique est des plus intéressantes. M. le professeur Girod formait depuis plusieurs années le projet de visiter nos lacs de montagne pour y recueillir les espèces de la faune pélagique et de la faune profonde. Sur ses indications, j'ai entrepris avec M. Richard, pendant les mois d'août-septembre 1887, l'exploration de ces lacs, profitant du matériel si complet du laboratoire de zoologie de la Faculté des sciences. Nos captures ont été nombreuses et ces premières pêches nous ont donné un complet résultat. M. Richard (1) a communiqué à l'Académie des sciences le résumé des faits principaux mis en lumière par notre exploration. Il a déterminé toutes les espèces se rapportant aux Entomostracés, Rotifères et Hydrachnides et m'a communiqué un tableau indiquant la répartition des espèces, que je joindrai à ce travail.

INSTRUMENTS. — ITINÉRAIRE.

Le filet de mousseline destiné à la chasse des insectes peut être utilisé pour la pêche pélagique. Un cercle de fil de fer galvanisé forme le support qui doit être résistant et solide. On peut l'emmancher au bout d'un fort bâton ou le maintenir par trois cordonnets également espacés se réunissant en une corde unique. La mousseline est taillée en cône allongé et doit être choisie parmi les plus fines ; la soie la remplace avantageusement.

(1) J. Richard : Sur la faune pélagique de quelques lacs d'Auvergne. In Comptes-rendus Acad. sciences, 1887.

Le filet emmanché est traîné à la surface ; le filet, supporté par la corde, plonge dans l'eau à la profondeur voulue et peut être traîné ainsi à la suite du bateau. Lorsque le filet a parcouru 30 à 40 mètres, on le retire et on le retourne dans un large bocal, de façon à placer les animaux au contact de l'eau extérieure.

Après examen rapide de la pêche ainsi effectuée, l'eau est versée sur une petite passoire de soie qui est plongée dans l'alcool à 75°. Les animaux tombent au fond du vase et sont conservés ainsi.

Dans ses pêches sur les lacs d'Italie, Pavesi s'est servi d'un filet pouvant s'ouvrir et se fermer à la volonté de l'opérateur. Le filet, muni d'une charnière, replie ses deux battants latéraux sous l'action d'un poids que l'on fait glisser le long de la corde de support. Un semblable filet offre de grands avantages, permettant les captures à une profondeur absolument déterminée ; le seul inconvénient est qu'il descend ouvert, pouvant entraîner sur son passage les animaux qu'il rencontre.

Pour remédier à cette cause d'erreur, nous avons fait construire un filet spécial que nous renonçons à décrire parce que l'emploi de ce filet nous a présenté quelques difficultés pratiques ; aussi avons-nous adopté pour les excursions que nous nous proposons de faire cette année le filet que le prince de Monaco a fait construire pour ses pêches à bord de l'*Hirondelle*.

Ce filet a été ainsi décrit dans les Mémoires de la Société de Biologie :

« Cet appareil (1), qui a pu inspirer MM. Pouchet et Chabry et avec lequel j'ai commencé des expériences sur l'*Hirondelle* au mois d'août 1886, a été imaginé par M. J. de Guerne et exécuté par lui dans un atelier bien

(1) Prince de Monaco. Sur les filets fins de profondeur employés à bord de l'*Hirondelle*. Comptes-rendus de la Société de Biologie, 8e série, t. IV, 1887.

connu, celui de M. Ch. Verdin. Il dérive du même plan que celui du professeur Pavesi de l'Université de Pavie et fonctionne également par la chute d'un poids.

» Mais tandis que le filet du professeur Pavesi descend ouvert et se ferme seulement pour remonter, celui de M. de Guerne descend fermé, s'ouvre par la chute d'un poids à la profondeur voulue et se referme, la pêche finie, par la chute d'un second poids.

» J'ajouterai que, durant l'hiver 1886-1887, j'avais fait améliorer par un habile constructeur, M. Dumaige, l'appareil de M. de Guerne et je l'ai essayé moi-même le 27 mars 1887, à cinq milles au large de Monaco, par des profondeurs de 10 et 45 mètres, une pêche comparative était faite à la surface. Les récoltes obtenues ont été excellentes et, comme pour l'Atlantique, plus fournies dans la profondeur. »

En possession de nos instruments et des bocaux nécessaires pour contenir les récoltes, nous avons adopté l'itinéraire suivant :

Le 14 août, nous partons pour le Mont-Dore. L'après-midi est consacrée à la pêche du lac de Guéry. L'altitude de ce lac est de 1,242 mètres ; c'est le plus élevé de la région. Nous profitons de l'unique barque qui s'y trouve, pêchant à diverses profondeurs et faisant de bonnes récoltes. Nous couchons au Mont-Dore.

Le 15, dès cinq heures du matin, nous partons pour le lac Chambon, que nous atteignons à midi. Le lac Chambon a 880 mètres d'altitude. Nous pêchons entre 2^m 50 et 3 mètres, traversant d'innombrables essaims d'Entomostracés. Le thermomètre, plongé dans l'eau, marque 21°. Le temps était splendide et chaque coup de filet faisait merveille. C'est là que nous rencontrons l'*Asplanchna Girodi.*

Dès deux heures, nous nous mettons en route vers le lac Pavin, guidés par un homme du pays. Nous atteignons Pavin à cinq heures du soir. Deux barques étaient cade-

nassées au rivage: nous n'avons pu découvrir le propriétaire et nous avons dû remettre à un autre jour la pêche projetée. Retour au Mont-Dore à trois heures du matin, par un violent orage. Nous rentrons le lendemain à Clermont.

Le 4 septembre commence une deuxième expédition vers le lac Pavin, que nous abordons par Besse. Malgré la pluie, nous avons pu atteindre le lac. M. Boyer, notaire à Besse, propriétaire du lac, mit gracieusement à notre disposition sa voiture et ses barques. Qu'il veuille bien recevoir ici nos plus sincères remerciements.

Le Pavin est à une altitude de 1,197 mètres. C'est un cratère-lac du plus bel aspect, ayant environ 1,500 mètres de long sur la même largeur. Pêche excellente. Le filet de profondeur est employé jusqu'à 11 mètres. De beaux exemplaires de Spongilles abondent sur les pierres du bord. Ils se rapportent à la *Euspongilla lacustris*, Linnée, var. *Macrotheca*, Vejdovsky.

De Besse, nous partons le lendemain pour le lac Bourdouze. Ce lac est à 1,170 mètres d'altitude, ses rivages sont marécageux. Sa longueur et sa largeur sont d'environ 800 mètres. Il a un maximum de 8 mètres de profondeur. Récolte assez abondante. Le filet ramène des détritus de nymphæa et de roseaux.

Sur le même plateau, nous gagnons le lac Montcineyre, entouré de Sphaignes et de Drosera, dominé par les cratères du Montcineyre. Altitude, 1,174 mètres. Ce lac est plus profond, nous pêchons à cinq heures et demie du soir, dans une eau dont la température est de 10°. Récolte très bonne. Nous couchons à Besse et rentrons le lendemain à Clermont.

Je me borne à ces pages de notre journal, M. le docteur Morin, de Besse, devant donner, dans la *Revue*, une étude détaillée des lacs d'Auvergne.

DISTRIBUTION DES ESPÈCES PÉLAGIQUES.

I. — *Animaux invertébrés.*

La faune pélagique des lacs explorés se compose de divers groupes d'animaux invertébrés : les Entomostracés pélagiques, les Rotateurs pélagiques, les Hydrachnides et les Protozoaires.

Les Entomostracés pélagiques sont de petits crustacés dont les plus grands ont quelques millimètres, d'une transparence extrême, à tel point qu'il faut la plus grande attention pour les entrevoir dans l'eau où ils s'agitent. Ils sont tous doués de longs membres disposés en rames qui leur permettent de mener leur vie errante dans un continuel mouvement. Le jour, ils émigrent dans les couches moyennes pour remonter à la surface par les nuits calmes et sereines.

La grande transparence de ces animaux semble un fait d'adaptation; car une espèce qui vit à la fois dans la région littorale et vers le milieu du lac varie à cet effet. Ainsi le *Diaptomus cœruleus* Fischer, qui est d'un rouge vermillon éclatant à 7 ou 8 mètres de la rive, est absolument incolore jusqu'à 11 mètres de profondeur vers le milieu du lac.

De même pour le *Cyclops strenuus,* qui est fort abondant dans les petites mares de Gergovie. Là, il est d'un beau rouge, tandis que sa variété pélagique, plus élancée de forme, est absolument transparente.

Quant à la profondeur où vivent ces animaux, nos coups de filet ont porté dans une zone optimum entre 2 et 4 mètres de profondeur. Les observations de A. Weismann indiquent que, dans la règle, on les trouve réunis à 10 mètres. Cependant Pavesi les a pêchés à 30 mètres, 50

mètres et même 100 mètres dans les lacs de Côme et de Lugano. Forel en a ramené de 100 mètres et 150 mètres dans le Léman. Asper, qui s'est spécialement occupé de cette question, a imaginé de promener dans le lac de Zurich des filets superposés; il a trouvé que la profondeur de 20 mètres est celle qui semble préférable pendant le jour, les animaux remontant la nuit à la surface (1).

Les Entomostracés pélagiques ne sont pas trop nombreux en espèces distinctes; mais en revanche ils sont innombrables en individus. Le filet rencontre de véritables bancs de ces petits êtres pressés par millions au-dessous de la surface de l'eau. Là les plus forts dévorent les plus faibles, car ce sont des carnassiers redoutables; d'autres se nourrissent des algues qui flottent comme eux dans les eaux du lac.

Les espèces recueillies déterminées par M. Richard sont au nombre de quatorze. Je les réunis suivant les genres, indiquant les lacs où nous les avons rencontrées, et notant, pour chacune d'elles, les localités où elles avaient été précédemment recueillies dans le Plateau Central (2).

PHYLLOPODES CLADOCÈRES.

1re Fam. Sididæ.

Gen. Sida. — *S. Crystallina*, O.-F. Muller.

Très rare au lac de Bourdouze et au lac Montcineyre. Elle a été rencontrée aussi en petit nombre aux environs de Vichy.

Gen. Daphnella. — *D. Brandtiana.*

Commune aux lacs Chambon et Bourdouze.

Gen. Holopedium. — *H. Gibberum*, Zaddach.

Abondante au Guéry et très abondante au Montcineyre.

(1) La faible profondeur de nos lacs comparée à celle des lacs de Suisse et d'Italie semble être une explication de nos résultats personnels.

(2) J. Richard, Hist. des Clad. et Cop., Ext. *Bull. Soc. Zool. de France*, 1887.

2e Fam. Daphnidæ.

Gen. Daphnia. — *D. Longispina*, Leydig.

Très abondante au lac Pavin; manque au Chambon; rare au lac de Guéry; très rare au Montcineyre; assez fréquente au lac de Bourdouze. Signalée aussi aux environs de Vichy.

Gen. Hyalodaphnia. — *H. Cucullata*, Sars. — Var. *Apicata*, Kurz.

Elle a été rencontrée seulement au lac Chambon, mais elle y est excessivement abondante.

Gen. Ceriodaphnia. — *C. Pulchella*, Sars.

Commune au lac Bourdouze; excessivement abondante au Montcineyre.

Gen. Bosminia. — *B. Longirostris*, O.-F. Muller.

Très rare au Chambon; très commune au Guéry; assez commune au Montcineyre et au lac Bourdouze.

3e Fam. Lynceidæ.

Gen. Alona. — *A. Affinis*, Leydig.

Espèce très rare au Pavin; assez rare au lac Bourdouze et commune au lac Montcineyre.

Gen. Acroperus. — *A. Leucocephalus*, Koch.

Espèce commune; nous ne l'avons rencontrée qu'au lac Bourdouze.

Gen. Chydorus. — *C. Sphæricus*, Jurine.

De même que *A. Leucocephalus*, elle ne se rencontre qu'au lac Bourdouze où elle est fort rare.

4e Fam. Polyphemidæ.

Gen. Polyphemus. — *P. Pediculus*, De Geer.

Très rare au lac Pavin, et n'a été trouvée que là.

COPEPODES.

1re Fam. Cyclopidæ.

Gen. Cyclops. — C. *Strenuus*, Fischer.

Elle est fort abondante dans les lacs explorés, sauf au Montcineyre où nous ne l'avons pas rencontrée; c'est une des espèces les plus répandues. Trouvée aussi précédemment au sommet du plateau de Gergovia et aux environs de Vichy.

C. Coronatus, Claus.

Commune au lac Montcineyre; abondante au lac Bourdouze.

2e Fam. Calanidæ.

Gen. Diaptomus. — *D. Cœruleus*, Fischer.

Très abondante au Pavin, Montcineyre, Bourdouze; manque dans les autres lacs; se rencontre dans nombre d'autres localités, étangs de Cognet, de la Beaume (environs de Vichy).

La liste précédente, au sujet de la distribution des espèces dans nos lacs, montre que si quelques-unes sont communes aux diverses stations, d'autres au contraire ne se rencontrent que sur tel ou tel point. Il y a une localisation fort évidente (1).

La *Daphnia longispina*, par exemple, s'est montrée partout, sauf au lac Chambon où, malgré nos recherches, nous n'avons pu la découvrir. Signalée par O. Sars dans les lacs des montagnes de Norvège, en Belgique, par Plateau, et sur beaucoup de points de l'Allemagne; elle abonde dans les lacs du nord de l'Italie. C'est une espèce fort répandue, et dont la présence dans nos eaux d'Auvergne montre une dispersion encore plus étendue.

(1) Richard, Comptes-rendus, Ac. Sc., *loc. cit.*

Le *Cyclops strenuus* présente une aire d'habitat presque aussi étendue, il ne manque qu'au lac Montcineyre. *Bosmina longirostris* ne manque qu'au lac Pavin ; très fréquente au contraire dans les autres lacs.

Le *Diaptomus cæruleus* manque aux lacs de Chambon et de Guéry ; il forme ainsi une transition des trois premières espèces vers les types plus localisés. Toutes ces espèces vivent en essaims nombreux et denses, elles tombent forcément sous le filet du pêcheur. Celles que nous allons mentionner, plus rares, plus disséminées, sont plus difficiles à rencontrer et à capturer :

Holopedium gibberum, espèce fort abondante dans les lacs de montagne de l'Europe, était fort abondante au lac de Guéry, à 1,240 m. d'altitude, et au lac Montcineyre.

Ceriodaphnia pulchella est spéciale aux lacs de Bourdouze et de Montcineyre.

Daphnella brandtiana vit en grandes troupes dans les lacs Chambon et Bourdouze.

Je dois signaler la présence de *Sida crystallina*, *Alona affinis*, *Acroperus leucocephalus*, *Chydorus sphæricus*, espèces appartenant en même temps à la faune littorale aux lacs Montcineyre et Bourdouze.

ROTATEURS.

1re Fam. Anurea.

Gen. Anurea. — *A. Longispina*, Kellicott.

Abondante au lac Pavin ; assez rare au Chambon.

A. cochlearis, Gosse.

Trouvée seulement aux lacs Bourdouze et Montcineyre, encore y est-elle fort rare.

A. curvicornis, Ehrg.

Commune au lac Chambon.

2e Fam. Asplanchna.

Gen. Asplanchna. — *A. helvetica,* Imhof.

Très commune au lac de Guéry; excessivement abondante au lac de Bourdouze.

A. Girodi, De Guerne.

Commune au Chambon. Trouvée aussi aux environs de Vichy.

HYDRACHNIDES.

Gen. Atax. — *A. Crassipes,* O.-F. Muller.

Très rare au lac Montcineyre.

Gen. Axona. — *A. versicolor,* O.-F. Muller.

Très rare au lac Montcineyre.

Gen. Nesœa. — *N. reticulata,* Kramer.

Très rare au lac Chambon.

N. rotunda, Kramer.

Très rare au lac Bourdouze.

CILIOFLAGELLÉS.

Gen. Conochilus. — *C. volvox,* Ehrenberg.

Comme au lac Montcineyre, elle est abondante au lac Pavin.

Gen. Ceratium. — *C. longicorne,* Perty.

Lacs Montcineyre et Bourdouze.

On pourrait faire pour ces groupes les mêmes remarques que pour les Entomostracés, mais les espèces recueillies sont trop peu nombreuses pour établir des faits généraux. Nos pêches ayant porté surtout sur la région pélagique, nombre d'espèces de la faune profonde n'ont pu être recueillies.

Les Protistes, par exemple, méritent une étude spéciale qui sera complétée plus tard (1).

Un coup d'œil en arrière sur les listes que nous venons de publier nous permet de fixer l'attention sur les deux points suivants :

Une espèce, *Hyalodaphnia cucullata*, var. *apicata*, décrite par Kurz comme espèce distincte, spéciale jusqu'ici aux lacs de Bohême, est nouvelle pour la faune française.

Une autre espèce est nouvelle pour la science et a fait l'objet d'un travail spécial de M. de Guerne (2). Je place ici la caractéristique de cette espèce, telle que la publie ce naturaliste dans une note monographique sur le genre *Asplanchna*, note qu'il a bien voulu me communiquer avant l'apparition de son travail :

(1) Les résultats signalés par Forel nous font présumer de ce côté d'intéressantes découvertes, et j'emprunte à son travail (Faune profonde, *loc. cit.*) la liste suivante, qui pourra guider les chercheurs :

PROTISTES DES EAUX SUPERFICIELLES DU LAC DE CÔME.

PROTOMONERA.— *Bacterium termo*, Duj.; *Bacillus ulna*, Cohn; *Vibrio rugula*, Muller.

LOBOSA. — *Amœba radiosa*, Ehr et Auerb.; *A. diffluens*, Ehr; *A. branchiata*, Duj.; *A. crassa*, Duj.; *Arcella vulgaris*, Ehr; *Pseudochlamis patella*, Cl. et L.

FLAGELLATA. — *Monas viridis*, Duj.; *M. flavicans*, Ehr; *M. lens*, Perty; *Monos guttula*, Ehr; *M. ovalis*, Ehr; *Cercomonas acuminata*, Duj.; *Microglena Monadina*, Ehr; *Euglena viridis*, Ehr; *Paranema virescens*, Duj.; *Uvella glaucoma*, Ehr; *U. virescens*, Bory.

CILIATA. — *Vorticella microstoma*, Ehr; *V. nebulifera*, Ehr; *V. campanula*, Ehr; *V. convallaria*, Ehr; *V. nutans*, Cl. et L.; *V. citrina*, Ehr; *Scyphidia piriformis*, Perty; *Epistilis plicatylis*, Ehr; *E. parasitica*, Ehr; *Gerda glans*, Cl. et L.; *Oxytricha pellionella*, Ehr; *O. radians*, Duj.; *O. gibba*, Ehr; *Stylonichia pustulata*, Ehr; *S. Mytilus*, Ehr; *Aspidisca linceus*, Ehr; *Paramacium aurelia*, Ehr; *Colpoda cucullus*, Ehr; *Cyclidium glaucoma*, Ehr; *Trachelophyllum pusillum*, Cl. et L.; *Amphileptus anaticula*, Cl. et L.; *A. Meleagris*, Cl. et L.; *A. anser*, Ehr; *Loxophyllum fasciola*, Cl. et L.; *Chilodon cucullulus*, Ehr; *Coleps hirsutus*, Ehr; *C. elongatus*, Ehr.

(2) J. de Guerne.— Excursions zoologiques dans les îles de Fayal et de San Miguel (Açores). Paris, 1887.

« *Asplanchna Girodi*, nov. sp.

DIAGNOSE.

Appareil masticateur. Grossissement : 500.

» *Femina.*— Corpus globosum; maxillæ duobus tantum ramis compositæ elongatæ, validæ; rami apice bidentati, dente una curvata, subobtusa; altera compressa, lamellosa.

» *Mas ignotus.*

» Longit. $0^{mm}85$. Latit. $0^{mm}55$.

» Cet *Asplanchna*, qui atteint certainement 1^{mm} de longueur (les mesures ci-dessus sont prises sur des spécimens contractés dans l'alcool), se distingue entre tous ses congénères par la dent lamelleuse de son appareil masticateur (fig. 8).

» *Localité.*— Trouvé d'abord en petit nombre par M. J. Richard aux environs de Vichy (Allier), dans l'étang de Cognet, le 16 septembre 1886, ce Rotifère a été recueilli depuis par le même zoologiste dans le lac Chambon (Puy-de-Dôme), à 800^{m} d'altitude, le 15 août 1887. Il y est fort abondant.

» Je comptais dédier cette espèce au jeune et zélé naturaliste qui l'a découverte, mais M. Richard, par un sentiment qui l'honore, m'a prié d'y attacher le nom du Dr Girod, professeur à la Faculté des sciences de Clermont, sous la direction duquel se sont accomplis ses premiers travaux, et à l'initiative duquel sont dues les recherches actuellement poursuivies sur la faune de l'Auvergne. »

Je termine ce chapitre par le tableau dont j'ai parlé dans l'introduction, qui rend plus frappant le mode de distribution des espèces de notre faune pélagique.

NOMS DES ESPÈCES (Les espèces pélagiques sont marquées d'une astérisque)	LAC Pavin	LAC Chambon	LAC de Guéry	LAC Montcineyre	LAC Bourdouze
* Daphnia longispina, Leydig	*****		**	*	***
* Hyalodaphnia cucullata, Sars, var.-apicata Kurz.		*****			
Polyphemus pediculus, de Geer	*				
* Daphnella brandtiana, Fischer		***			***
* Holopedium gibberum, Zaddach			*****	***	
Sida crystallina, O.-F. Muller				*	*
* Ceriodaphnia pulchella, Sars				*****	***
* Bosmina longirostris, O.-F. Muller		*	****	**	***
Alona affinis, Leydig	*			***	**
Acroperus leucocephalus, Koch					*
Chydorus sphæricus, Jurine					*
* Diaptomus cæruleus, Fischer	*****			****	*****
* Cyclops strenuus, Fischer	*****	****	****		*****
Cyclops coronatus, Claus				****	***
* Ceratium longicorne, Perty				**	**
* Conochilus volvox, Ehrenberg	****			***	
* Anuræa longispina, Kellicott	****	**			
Anuræa cochlearis (1), Gosse				*	*
Anuræa curvicornis (1), Ehrenberg		***			
* Asplanchna helvetica, Imhof			****		*****
* Asplanchna Girodi, de Guerne		***			
Atax crassipes, O. Muller				*	
Axona versicolor, O.-F. Muller				*	
Nesæa reticulata, Kramer		*			
Nesæa rotunda, Kramer					*

Les signes * placés dans les colonnes indiquent par leur nombre le degré de rareté ou de fréquence des espèces.

(1) Ces Anuræa se trouvaient dans l'estomac des Asplanchna, je n'en ai vu que très-peu de libres. Cela tient peut-être à ce que les mailles du filet n'étaient pas assez fines.

CAUSES DE LA DISSÉMINATION DES ESPÈCES.

La comparaison des espèces signalées dans les divers lacs d'Auvergne montre que beaucoup d'entre elles sont communes à plusieurs lacs. Si l'on franchit les limites du Plateau Central pour comparer les observations faites en France, en Europe, en Amérique, sur tous les points du globe où un naturaliste a pu recueillir les animaux invertébrés des eaux douces, on est frappé de la similitude des espèces formant la faune pélagique. Si l'on excepte quelques espèces spéciales à chaque région, dont le nombre diminue à mesure que des recherches plus minutieuses sont effectuées, on peut conclure que de nombreux types sont communs aux eaux douces des deux continents.

Or, il est un fait incontestable, c'est l'origine relativement récente de certaines masses d'eau douce.

Ainsi, en Auvergne, les cratères-lacs, comme le Pavin, et les masses d'eau retenues par un barrage de laves, comme les lacs d'Aydat et de Chambon, se sont formés dans la période quaternaire. Dans les Açores, les bassins lacustres du grand cratère de Sete-Citades, dans l'île de San-Miguel, ont une date historique : Lagoa-Grande, en 1444 ; Lagoa-Azul, la même année ; Lagoa do Fogo, 1563.

Il est de toute évidence qu'au moment où ces lacs se sont formés, les sources qui leur ont fourni la masse d'eau nécessaire n'ont pu en même temps leur apporter les

animaux de la faune pélagique. Or, ainsi que nous l'avons vu, nos cratères-lacs d'Auvergne ont une faune pélagique, et les remarquables travaux de M. de Guerne (1) mettant en évidence une faune pélagique fort développée dans les lacs des Açores, de formation si récente, soulèvent de leur côté la question du peuplement des lacs et des causes de la dissémination des espèces de la faune pélagique.

Dans ces lacs d'origine récente, l'introduction des animaux vertébrés est due en général à l'homme. On sait, pour les Açores, que la grenouille *(Rana esculenta)* fut introduite, vers 1820, par le comte de Praia, qui la fit venir de Portugal; de même, le Cyprin doré *(Cyprinopsis auratus)* aurait été apporté par les Portugais. En Auvergne, le Pavin, qui ne possédait qu'une seule espèce de poissons (?), reçut de Lecoq les embryons de truites qui ont pris possession du lac.

Mais le transport des petites espèces pélagiques doit être rapporté à d'autres causes.

Deux forces sont en présence : le vent et l'action des êtres vivants. Dans cette dernière catégorie se rangent les oiseaux aquatiques, qui seuls sont capables de se transporter à de grandes distances, et qui, par leur rapport constant avec les eaux, peuvent se charger de germes reproducteurs ou de minuscules animaux (2).

(1) Jules de Guerne, *Excursions zoologiques dans les îles de Fayal et de San-Miguel (Açores).*

Consulter pour tout ce qui concerne ces faits généraux : J. de Guerne, *loc. cit.*, auquel nous empruntons ces détails.

(2) J. de Guerne, *Sur la dissémination des organismes d'eau douce par les Palmipèdes.* (Extrait des Comptes-rendus de la Société de biolngie, tome v, 24 mars 1888.)

Le vent agit sur les poussières qu'il peut transporter à de grandes distances; mais si, par ce procédé, des germes de microbes peuvent se disséminer au loin, il faut constater, en tenant compte des observations de P. Miquel (1), que l'on ne découvre que rarement dans l'atmosphère des germes ou des carapaces d'animaux d'ordre supérieur : « Pour ma part, dit cet observateur, j'ai rarement aperçu, dans des millions d'échantillons de poussières aériennes qui ont passé sous mes yeux, des œufs et des cadavres d'infusoires nettement reconnaissables. Cependant, à plusieurs reprises, ces sédiments m'ont montré des rotateurs enkystés, des carapaces de cyclops, mais cela à des intervalles fort éloignés, de six mois en six mois, d'année en année. »

Le transport par les oiseaux est, au contraire, démontré de la façon la plus précise.

Les oiseaux aquatiques sont pour la plupart soumis à des migrations régulières. Ils accomplissent ainsi de longs voyages, fréquentant les lacs, les étangs, suivant les rivières pour y trouver leur nourriture; ils vont chercher des lieux favorables, fuyant devant le froid et les glaces vers des pays plus cléments. Au printemps, ils vont vers le nord; à l'automne, ils descendent vers les régions méridionales.

Le vol de ces oiseaux est puissant et rapide. D'après Du Puy de Pedio (2), la bécassine fait 84 à 90 kilomètres à l'heure, le canard sauvage 66 à 72, la grue 72, le héron 60, la mouette 54, l'oie sauvage 48, etc. Sitôt l'endroit choisi atteint, le Palmipède se pose sur l'eau, nage à la surface, bat la vase, y plonge le bec et les pattes, pour reprendre son vol après avoir secoué l'eau de ses plumes.

(1) P. Miquel, *Les organismes vivants de l'atmosphère*, 1883.
(2) Du Puy de Pedio, *Essai sur le vol des oiseaux en général*, 1879.

Les pattes, le bec et les plumes sont éminemment propres à fixer les animaux et les germes qui flottent à la surface ou sont enfouis dans la vase. Darwin (1) signale, le premier, des faits importants sur ce sujet; bien qu'ils ne se rapportent qu'à la dissémination des plantes, ils méritent d'être cités : une patte de bécasse portait un fragment de terre sèche contenant une graine de jonc qui germa et fleurit; une perdrix donna une boule de terre durcie qui, après trois ans de dessiccation, fut arrosée et mise en culture, et donna 82 plantes.

De Guerne, reprenant ces observations au point de vue zoologique, a recueilli la terre sur les pattes du Palmipède : « L'examen sommaire de produits ainsi obtenus m'a fourni récemment un œuf de cladocère (Lynceide?), une antenne de cyclops, des soies d'oligochète, une valve d'ostracode, la moitié d'un statoblaste de plumatelle, une dépouille d'acarien et divers autres corps dont l'étude se poursuit actuellement. »

Quant aux plumes, malgré leur revêtement gras, elles peuvent aussi fixer des corps flottants. Aloïs Humbert (2) signale des œufs d'hiver de cladocères sur les plumes, et De Guerne démontre que la fixation des statoblastes de *Plumatella repens* se fait très solidement sur le corps de l'oiseau et assure la dispersion des germes.

Ce premier point étant admis, et nous montrerons que nos résultats personnels confirment en tous points ces observations, il reste à nous demander sous quelle forme les espèces de la faune pélagique peuvent être transportées.

Malgré les observations contradictoires faites sur la *reviviscense*, on doit admettre que les rotifères, les tardigrades et les anguillules résistent d'une façon exceptionnelle à la dessiccation. D'autre part, les infusoires et les

(1) Darwin, *L'origine des espèces*. Trad. Barbier-Reinwald, 1882.
(2) Forel, *Matériaux pour servir à l'histoire de la faune du Léman*, 1876.

rotifères s'enkystent lorsque les conditions du milieu sont défavorables. Si nous ajoutons à ces données les faits de l'extrême résistance des œufs de ces divers animaux, puisque Baker (1) obtint de nouvelles anguillules en humectant la poussière d'anguillules conservées depuis vingt-sept ans, nous aurons pour ces êtres les conditions les plus favorables pour leur dissémination.

Mais, à côté de ces animaux se placent les entomostracés, qui n'ont jamais été considérés comme reviviscents et qui ont fixé spécialement notre attention dans les recherches personnelles qui suivent.

EXPÉRIENCES SUR LES ENTOMOSTRACÉS.

I. — *Dessiccation des adultes.*

Les expériences ont porté sur les types les plus communs appartenant aux copépodes, cladocères et ostracodes.

1. La dessiccation directe et rapide de ces animaux occasionne rapidement leur mort. Les petits crustacés sont placés sur du papier buvard en six groupes différents. De cinq en cinq minutes, un groupe est placé dans un petit cristallisoir plein d'eau de source. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Daphnia pulex. — Température : 20°.

5	minutes	12	animaux	9	survivants
10	—	6	—	3	—
15	—	5	—	2	—
20	—	6	—	2	—
25	—	6	—	1	—
30	—	9	—		néant.

(1) Baker, *Employment for the microscope*, p. 250 et suiv.

D'autre part, 30 daphnies, en deux groupes, sont abandonnées à l'air libre dans des lames de verre.

Au bout de 30 minutes, une seule, sur les 15 du premier groupe, a donné quelques signes de vie.

Au bout d'une heure, tous les animaux du second groupe avaient cessé de vivre.

Les entomostracés sont donc très sensibles à la dessiccation, et lorsqu'elle atteint une limite précise, la vie cesse pour ne plus se manifester avec le retour de l'humidité.

J'ai cherché à saisir les effets de la dessiccation sur l'organisme en suivant au microscope les modifications présentées par la carapace et le cœur pendant l'expérience.

Le manque d'humidité sur les branchies se fait rapidement sentir par une atténuation correspondante des phénomènes circulatoires. Le cœur, qui bat dans la région dorsale, ralentit peu à peu son mouvement et l'amplitude de ses contractions. On obtient ainsi les rapports suivants :

Temps exprimé en minutes.	2	7	12	18	20	22	23	25
Nombre des pulsations....	149	128	128	115	113	92	60	45

Au-delà de 45, l'amplitude des pulsations cardiaques est si faible qu'il est impossible de compter leur nombre jusqu'à l'arrêt complet du cœur.

Jusqu'à ce moment, on ne constate aucune déformation dans la carapace, et c'est seulement quelques instants après que des bossellements se produisent de plus en plus apparents. En tous cas, et même au bout de plusieurs jours, une hydratation nouvelle rend à la carapace sa forme et son allure primitives.

Ces expériences démontrent d'une façon indiscutable que les entomostracés ne peuvent persister que s'ils sont placés dans des conditions d'humidité qui nous restent à déterminer.

2. Pour résoudre le problème des conditions d'humidité réalisées, nous avons soumis divers entomostracés aux expériences suivantes :

Si dans un bocal de daphnies, cypris, cyclops, on plonge une plume de canard et qu'on la retire ensuite, l'examen à la loupe montre très nettement qu'un certain nombre de ces petits animaux ont été entraînés. Des secousses violentes imprimées à la touffe ne parviennent pas à les détacher tous. Il suffit de l'immerger de nouveau dans un bocal d'eau pure pour les voir de nouveau s'agiter.

Cette résistance de la daphnie sous la plume est-elle due à un moyen spécial de fixation sur la barbule? L'examen microscopique auquel j'ai soumis une série de daphnies ou de cyclops, se trouvant dans de telles conditions, me les a montrés sur la barbule dans les positions les plus diverses, et je n'ai jamais constaté qu'un seul fait : celui de l'adhérence de l'animal à la plume par l'eau interposée par capillarité.

La possibilité d'entraînement étant constatée, il s'agit de savoir combien de temps l'adulte peut résister aux agents extérieurs dans de semblables conditions.

Une série de plumes sont garnies de crustacés, comme je l'ai indiqué précédemment; un rapide examen à la loupe nous assure de leur présence.

Ces plumes sont isolées les unes des autres et suspendues de façon à être entourées d'air de tous côtés et sans points de contact avec des corps étrangers. Au bout d'un temps variable, je replace ces plumes successivement dans des bocaux ne contenant que de l'eau filtrée, c'est-à-dire exempte de toute trace d'animaux.

Voici les résultats auxquels je suis arrivé :

1 heure de dessiccation. Tous les crustacés reviennent à la vie.

2 heures..... Même résultat.

4 heures.....	Quelques cadavres; le plus grand nombre s'agitent aussitôt.
6 heures.....	Un seul animal vivant.
20 heures.....	Tous les animaux tombent au fond du bocal sans mouvement et sans vie.

Ainsi, l'animal qui, placé sur une lame de verre, ne peut supporter une dessiccation de plus de 20 à 25 minutes, trouve dans la plume qui lui sert de support la quantité d'humidité qui lui permet d'attendre cinq heures le retour de l'oiseau à la masse d'eau prochaine.

L'action d'une seule plume m'a poussé à entrependre des essais avec les ailes du canard et avec des plumasseaux formés d'un lambeau de peau de la poitrine portant le duvet serré qui la protège.

Des cultures abondantes en entomostracés furent placées dans des bocaux où l'on plongea ces plumes de provenances diverses. Les ailes et les faisceaux de plumes furent secoués fortement au moment où on les retira de l'eau, de façon à simuler le mieux possible l'action de l'oiseau quittant l'étang, puis furent suspendus à l'air. Au bout de temps déterminés, on les plongea de nouveau dans les bocaux préparés pour l'expérience.

Le tableau dressé montre la persistance de la vie chez les crustacés au bout de 40 heures.

Au bout de 20 heures, tous sont vivants.

Au bout de 40 heures, le plus grand nombre reprennent leurs mouvements.

Au bout de 60 heures, une aile donne encore deux daphnies vivantes.

De cette double série d'expériences nous concluons :

Qu'un entomostracé resté à la surface d'une plume peut conserver pendant cinq heures sa vitalité, et que, placé parmi le duvet de la poitrine ou les plumes des

ailes, il peut attendre pendant cinquante heures que l'oiseau qui la porte trouve un nouveau marécage.

De leur côté, les pattes jouent un rôle important dans le transport. Nous avons signalé les observations de Darwin et de De Guerne que nous confirmons de la façon suivante :

Les pattes du canard furent, comme les plumes, plongées dans les bocaux; on eut soin de les étaler au moment où on les enfonçait et de les fermer, tout en les secouant fortement en les retirant. Ces pattes suspendues conservent, appliquées contre ou sous les écailles, enchâssées dans les plis de la membrane interdigitale, de nombreux crustacés qui, au bout de quarante heures, reprennent toute leur activité dans les bocaux où l'on plonge les pattes.

Nos expériences directes sur les détritus provenant du grattage des pattes ne sont pas concluantes; ces débris de boue et de poussière, mis en culture, ne nous ont donné aucun résultat; le développement de quelques diatomées forme jusqu'ici les seules traces d'êtres organisés se montrant dans le bocal. Il est vrai d'ajouter que les canards qui nous ont servi viennent du marché, où ils arrivent de marécages fort éloignés, après avoir subi des manipulations pouvant anéantir la grande masse des matériaux emportés.

Le contenu du tube digestif de canards sauvages lavé et mis en culture ne m'a pas donné de meilleurs résultats.

II. — *Rôle des œufs d'été.*

Si l'on place dans de petits cristallisoirs les carapaces des crustacés morts pendant les expériences précédentes, on constate, dans beaucoup de cas, le développement des

œufs qu'ils portaient et l'éclosion des nauplius de diverses espèces. Ayant constaté d'une façon imprévue le fait que j'avance, je tentai quelques expériences dans ce sens.

Je choisis au microscope des daphnies dont la poche incubatrice contenait de nombreux embryons très développés et les plaçai sur des plumes pour les soumettre à la dessiccation. Je formai ainsi une série de vingt plumes préparées.

En plongeant successivement les plumes de trois heures en trois heures dans de l'eau bouillie et bien aérée, à partir de la quatrième heure, je notai qu'à la dixième heure, les daphnies étaient mortes.

L'expérience continua de la même façon, en espaçant de plus en plus les immersions de plume. Les carapaces furent recueillies avec un tube aspirateur et disposées dans des cristallisoirs séparés. Le lendemain et les jours suivants, je constatai la naissance de nombreux nauplius dans les vases contenant les cadavres des mères. Seuls, les derniers cristallisoirs de la série ne présentèrent pas de traces d'éclosions *post mortem*.

En consultant le tableau du temps de dessiccation mis entre les immersions, on constate que ces derniers cristallisoirs ont reçu les carapaces vingt-quatre heures après la mort des mères, et l'on peut conclure *que les embyrons prêts à éclore conservent, vingt-quatre heures (maximum) après la mort de la mère, les qualités qui leur permettent de reprendre au contact de l'eau leur vitalité et leurs mouvements.*

III. — *Rôle des œufs d'hiver.*

Les cladocères ont, outre les œufs d'été, des œufs plus résistants qui sont produits à la suite d'un acte sexuel et présentent des conditions de résistance supérieures à celles

des œufs d'été. Nos observations précédentes démontrent que les adultes et les œufs d'été peuvent servir, par l'intermédiaire des oiseaux, à la dissémination de la faune pélagique; on peut admettre à priori, que les œufs d'hiver ne sont pas moins utiles à cette propagation lointaine de l'espèce.

Mais nous avons voulu nous assurer si, dans des conditions essentiellement défavorables, ces œufs ne pouvaient pas persister là où les adultes et les œufs d'été ne pouvaient conserver une vitalité certaine.

J'ai utilisé dans ce but les petits baquets à plantes aquatiques du Jardin Botanique de Clermont, lesquels sont abondamment pourvus de crustacés. Etant donné la quantité considérable de crustacés qu'ils contenaient l'année dernière pendant la belle saison, j'étais en droit de penser que la vase du fond devait contenir de nombreux œufs d'hiver, lesquels devaient se développer au printemps.

J'ai donc recueilli par les derniers froids de mars, la boue de ces baquets. Cette boue avait été soumise pendant l'hiver, dans des conditions normales, aux alternatives suivantes :

		Moyenne du mois
Octobre...	Pluie 5 et 6, du 9 au 11, du 13 au 17, du 28 au 31	6° 11
Novembre.	— 1 au 5, du 6 au 8, du 17 au 20, du 22 au 25	5° 70
Décembre .	— du 7 au 11, du 14 au 16, du 17 au 20, du 24 au 29	2° 15
Janvier....	— les 3, 5, 9, 19, 22, 28 et 30.....	1° 40
Février....	— le 2 et du 5 au 26	0° 25
Mars.....	— du 10 au 19.....	0° 00

Minimum absolu pendant ces 6 mois —15° 4. Maximum absolu 20° 2 (1).

Les œufs d'hiver ont eu à résister contre ces périodes de sécheresse et de froid.

Mais cette boue avait pu conserver, même pendant les

(1) Je dois ces renseignements à l'amabilité de MM. Plumandon.

périodes de sécheresse, des traces d'eau, grâce à l'épaisseur même de sa couche; or, la couche de boue entraînée par le canard est excessivement mince, il fallait donc se placer dans les mêmes conditions. Je pris donc de cette vase que je mis en couche mince dans une série de bocaux où je la laissai se dessécher à partir du 7 mars. Je les mouillais ensuite successivement les 9, 11, 15 du même mois, et les mois suivants (avril et mai), le 1er et le 15 de chaque mois.

Dans tous ces bocaux, j'obtins des éclosions. D'abord, pendant le courant de mars et avril, de petit cypris blanchâtres se montrèrent sur la boue et avec les premiers jours de mai, les daphnies firent leur apparition. Or, la boue du dernier bocal mouillé est restée pendant près de deux mois dans un état complet de dessiccation.

On se servit d'eau bouillie, bien aérée.

Pour éviter toute cause d'erreur, on établit deux flacons témoins :

L'un reçut la boue du baquet portée au rouge dans une capsule de platine, de façon à détruire tous les germes et fut rempli avec l'eau bouillie servant aux expériences. L'absence de développement d'animaux met en évidence l'absence de germes dans l'eau employée pour les expériences.

Un second flacon reçut la même eau et la même boue calcinée. On y déposa des cypris et des daphnies qui s'y développèrent avec rapidité, montrant les qualités de l'eau malgré l'ébulition prolongée.

Weismann (1), qui a consacré un chapitre entier au développement des œufs d'hiver des cladocères, semble penser que la durée de leur vie latente ne s'abaisse jamais au dessous de dix jours. Nos expériences augmentent de beaucoup cette période; mais il faut sans doute tenir compte des conditions extérieures au moment de l'expérience;

(1) Weismann, Entstehung der cyclischen Fortflanzung bei den Daphnoiden, 1879.

nous rappelons que nous avons agi en plein hiver, par les froids fort vifs du printemps de l'année présente.

CONCLUSIONS.

Les rapports de la faune pélagique de nos lacs d'Auvergne avec la faune pélagique des lacs des deux continents, est due à la dissémination des êtres qui constituent cette faune.

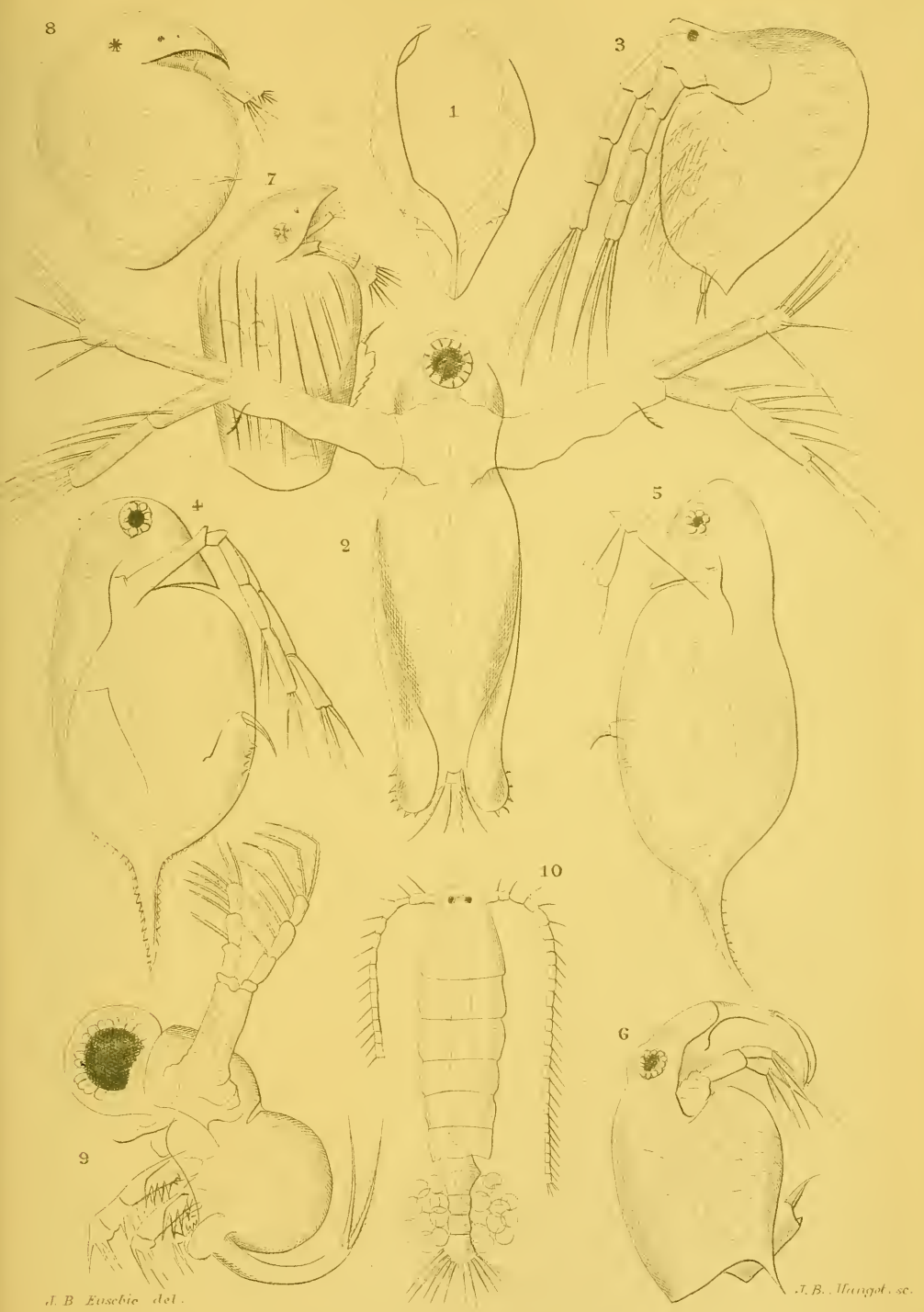
Les oiseaux aquatiques sont la cause active de cette dissémination, jouissant d'un grand pouvoir de vol et visitant les régions les plus lointaines. Signalons à cet effet le passage en France d'oiseaux des régions tropicales ou glaciales : Martin-rosselin, Syrrhapte paradoxal, Phalarope dentelé, Lobipède hyperboré, etc., etc.

Les plumes et les pattes fixent sur leurs barbules ou leurs écailles les germes ou les petits animaux transportables.

Les Infusoires, Rotifères, Tardigrades et Anguillules sont transportés sous forme de germes ou d'adultes très résistants.

Les Entomostracés sont emportés adultes ou à l'état d'œufs d'hiver. Dans le premier cas, ils peuvent conserver leur vitalité pendant 40 ou 50 heures, laissant à leurs œufs d'été une survie supérieure de 24 heures. Les œufs d'hiver peuvent attendre plusieurs mois.

Ainsi, la faune pélagique de nos lacs est en perpétuel échange avec les faunes les plus lointaines et il est permis de supposer que les études entreprises nous réserveront chaque année des découvertes nouvelles qui complèteront ce premier essai.



1 *Asplanchna Girodi*, de Guerne *machoires)*

2 *Sida cristallina* [illegible] | 5 *Holopedium gibberum* Zaddach | 4 *Daphnia longispina* [illegible]

3 *Hyalodaphnia apicata* [illegible] | 6 *Bosminia longirostris* G. F. Müller | 7 *Alona leucocephalus* Koch

8 *Chydorus sphaericus* [illegible] | 9 *Polyphemus pediculus* De Greer | 10 *Diaplomus cœruleus* [illegible] Fischer

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES

SUR LE

COEUR DES GASTÉROPODES PULMONÉS

Par M. J. RICHARD

Licencié ès sciences naturelles

Les pages qui suivent contiennent le résumé d'un grand nombre d'observations et d'expériences qui sont le point de départ d'autres recherches physiologiques qui seront publiées dans la suite. J'ai choisi comme sujet d'étude, les pulmonés les plus communs aux environs de Clermont, et notamment l'Helix pomatia. Mon intention était d'étudier la physiologie du système nerveux, une des parties sur lesquelles nos connaissances sont le moins avancées.

C'est dans ce but que j'ai entrepris, dans les laboratoires de zoologie de la Faculté, que M. le Dr Girod m'a si gracieusement ouverts, une série de recherches dont la première partie porte sur l'influence de l'asphyxie, sur les phénomènes qui suivent l'ablation du cœur et sur l'action des poisons chez l'escargot vulgaire. Cette étude des poisons donne un puissant moyen d'analyse physiologique, et de plus elle m'a procuré certains procédés d'expérimentation pour l'étude directe du système nerveux; procédés sans lesquels il m'eût été très-difficile d'arriver au but que je me suis proposé. Je les décrirai dans la seconde partie de ce travail.

L'action des poisons sur les centres nerveux se manifeste par des réactions qui se transmettent des centres impressionnés aux divers appareils, et j'ai surtout porté mon attention sur les phénomènes présentés par le cœur dans les divers cas d'intoxication, ce qui n'avait pas encore été fait, à mon avis, d'une façon satisfaisante. J'aurais voulu à ce sujet employer la méthode graphique, mais cela est excessivement difficile, sinon impossible, avec l'escargot, chez qui le cœur peut occuper, sous l'influence des mouvements du corps, des positions très-différentes en un temps très-court. J'ai donc été obligé d'abandonner ce moyen d'étude, qui, dans plusieurs cas, a donné de si bons résultats.

Pour ne pas donner à ce travail une trop grande extension, je n'ai pas cru devoir rapporter et comparer dès à présent les résultats obtenus chez les autres invertébrés; je le ferai dans un résumé spécial. On trouvera du reste dans les quelques ouvrages signalés dans la suite toute la bibliographie nécessaire sur le sujet dont je m'occupe; on pourra ainsi consulter l'Exposé des recherches de Cl. Bernard, Vulpian, E. Yung, L. Fredericq, Plateau, Krukenberg, etc., etc.

Je dois dire maintenant quelques mots sur la façon dont j'ai fait mes expériences. En donnant un coup sec dans la région du cœur, sur la coquille de l'escargot, on met à nu le péricarde. Cette opération fait sortir l'animal, mais ne provoque qu'un trouble passager dans les mouvements du cœur. On attend que ce trouble ait disparu, on note le nombre des pulsations, et, lorsque le cœur est bien régulier, l'animal est dans toute son activité normale. C'est alors qu'on injecte la substance à essayer, en enfonçant l'aiguille de la seringue à travers le pied, vers le milieu de cet organe. Les escargots injectés doivent souvent être mis en observation pendant plusieurs jours; on les met sous une cloche avec une éponge imbibée d'eau, de façon à empêcher la dessiccation des tissus.

INFLUENCE DE L'ASPHYXIE SUR LES MOUVEMENTS DU CŒUR.

Pour étudier cette question, je plonge les gastéropodes dans un vase exactement rempli d'eau et bien bouché. Je fais en sorte que la température ne varie pas, car elle influe, comme je le montrerai plus tard, d'une façon considérable sur la fréquence des pulsations. J'ai expérimenté ainsi sur un grand nombre de gastéropodes d'espèces variées : Helix pomatia, H. aspersa, H. hortensis, H. nemoralis, H. pisana, Zonites lucidus, Z. nitidus, Bulimus detritus, Succinea elegans, Limnea stagnalis, L. auricularia, Planorbis corneus, P. carinatus.

Je mets le cœur à nu chez ceux de ces mollusques dont la coquille est opaque, les autres restant intacts.

Les faits observés chez les vertébrés montrent que les mouvements du cœur se ralentissent rapidement par l'asphyxie. C'est ce qui arrive aussi chez les gastéropodes, mais il y a des particularités à signaler. Voici, en effet, les résultats de mes expériences :

Les mollusques d'eau douce, Limnea stagnalis, etc., conservent longtemps leurs mouvements normaux; après quelque temps, ils cherchent à renouveler l'air de leur appareil respiratoire, ce qui leur est impossible dans les conditions où ils sont placés. Après plusieurs tentatives infructueuses, tout l'air de la cavité respiratoire s'échappe peu à peu et est remplacé par de l'eau. Mais ce n'est que longtemps après l'immersion (au bout de vingt-quatre heures pour L. stagnalis) que le nombre des pulsations, qui a été constant pendant tout ce temps, commence à diminuer. La marche des mollusques devient très-lente trente-six heures après l'immersion, L. stagnalis ne donne plus que 9 pulsations au lieu de 36. Le pied se creuse d'un sillon profond, l'animal perd bientôt ses mouvements vo-

lontaires, les réflexes disparaissent à leur tour ; dix heures après, l'animal meurt, les tissus sont gonflés et imbibés d'eau et à la dissection le cœur est arrêté en diastole.

Chez les gastéropodes terrestres, l'action est beaucoup plus rapide. Ainsi chez H. hortensis, l'action de l'asphyxie commence deux heures après l'immersion; le cœur ne donne plus, en effet, que 12 pulsations au lieu de 35, et, deux heures plus tard, il n'en donne plus que 4. Les pulsations deviennent irrégulières, et la mort arrive avec les phénomènes indiqués plus haut, après dix-huit ou vingt-quatre heures d'immersion, suivant les espèces.

Si l'asphyxie n'agit pas sur les gastéropodes avec autant d'énergie et aussi rapidement que chez les vertébrés, cela tient à ce que, chez ces animaux, le sang a une capacité respiratoire très-faible, et que chez eux la respiration qui est très-lente peut être longtemps suspendue. Les gastéropodes aquatiques, par cela même qu'ils vivent dans l'eau, résistent, dans les conditions indiquées, bien plus que les gastéropodes terrestres, comme le montrent les expériences que je viens de rapporter.

IMPORTANCE PHYSIOLOGIQUE DU CŒUR CHEZ LES GASTÉROPODES

L'importance physiologique du cœur chez les gastéropodes est bien mise en évidence par les deux ordres de faits suivants :

1° *Ablation du cœur.* — Si on enlève le cœur aux gastéropodes terrestres, on constate qu'ils peuvent vivre assez longtemps sans cet organe. C'est ainsi qu'en opérant dans des conditions favorables, j'ai vu nombre d'Helix pomatia ne mourir que trois jours après l'extirpation du cœur.

Les phénomènes qui suivent cette opération sont ceux-ci : Si le mollusque est en marche pendant qu'on

lui enlève le cœur, il continue à marcher après l'ablation du cœur, mais le corps est mou, flasque, les tentacules ne peuvent se redresser; ils sont appliqués contre le corps et dirigés vers le sol. Le corps est aplati, élargi. La coquille pèse sur le cou de l'animal, qui peut encore rentrer dans sa coquille, ou qui meurt étalé après deux ou trois jours. — De nombreux Helix aspersa, hortensis m'ont donné les mêmes résultats.

Si l'animal n'est pas sorti de sa coquille avant que le cœur soit enlevé, il a beaucoup de peine à se déployer et le plus souvent il n'y arrive pas, du moins entièrement.

2° *Mouvements du cœur pendant le repos et pendant la marche.* — Pendant les grandes chaleurs, on trouve de nombreux Helix hortensis collés par une plaque de mucus durci sur les feuilles des buissons. En comptant le nombre de pulsations du cœur dans cet état, j'ai trouvé pour l'un d'eux 72 pulsations à la minute. Détachant alors brusquement l'animal de la feuille, je trouve 88 pulsations; le mollusque était sorti et s'était mis en marche. Pour un autre, j'ai trouvé, correspondant aux nombres précédents, 72 et 103, c'est-à-dire une différence considérable entre le nombre des pulsations du cœur lorsque l'animal est au repos et le nombre de pulsations lorsqu'il se met à marcher. Les autres mollusques terrestres se comportent de la même façon.

Ces deux ordres d'observations montrent bien que, comme on l'avait pensé, outre la fonction de nutrition dont est chargé le cœur chez les autres animaux, chez les mollusques le cœur a une importance considérable et directe au point de vue de la locomotion. Il chasse le sang dans les cavités du corps, et fait entrer en turgescence, en les projetant au dehors, les organes qui doivent jouer un rôle dans la vie active, comme les tentacules.

Curare.

Steiner (1) prétend que l'escargot ne résiste pas à une injection de 5 milligrammes de curare. J'ai constaté qu'il faut des doses supérieures pour amener la mort. J'ai vu, en effet, revenir à la vie un escargot qui avait reçu en injection 0ᵍ01 de curare.

Ces divergences apparentes s'expliquent facilement, car on sait que les échantillons de curare varient beaucoup en teneur de principes actifs.

Le point important est l'observation de la suite des phénomènes d'intoxication, et à ce sujet, voici ce que l'on peut constater :

J'injecte 0ᵍ0025 à un escargot, qui se retire d'abord et ressort de sa coquille. Au bout de quinze minutes, les mouvements volontaires sont abolis ; mais les réflexes sont très-intenses, et il suffit de souffler sur le pied pour les provoquer. Le corps est mou, flasque et retombe du côté où on le penche. Quinze heures après, je trouve l'animal en train de se faire un épiphragme. Je n'ai pas observé dans ce cas d'action bien sensible sur le cœur.

Un autre escargot, après avoir reçu en injection 0ᵍ0075 de curare, présente les phénomènes précédents plus accentués. Le cœur se ralentit, mais l'animal résiste après une paralysie d'environ vingt-quatre heures.

En injectant 0ᵍ01, la solution est si concentrée que le sang qui passe dans le cœur a la couleur de la solution. Mêmes phénomènes, plus accentués encore ; les pulsations deviennent presque immédiatement lentes, avec de longs

(1) J. Steiner (Archiv. f. Anat. und Physiol., 1875, p. 145). Ueber die Wirkung des Amerik. Pfeilgiftes curare.

arrêts, le ventricule étant en diastole. Cet escargot, gardé en observation pendant six jours, se remet complètement le troisième jour. Il est vrai que d'autres escargots n'ont pas résisté à la même dose de poison.

Les effets sont donc les mêmes chez l'escargot que chez la généralité des autres invertébrés (1). Comme chez les vertébrés, il y a paralysie des nerfs moteurs, mais l'action est bien plus lente et exige de plus fortes doses de poison.

Ésérine.

L'étude de l'ésérine suit naturellement celle du curare. J'ai fait usage d'une dissolution de sulfate neutre.

J'injecte 0ᵍ005, les pulsations descendent de 30 à 17 après trois minutes, et dix minutes après l'injection on n'en compte plus que quatre. Il y a de longs arrêts, le ventricule étant en diastole. Les mouvements volontaires sont rapidement abolis; l'animal est mou et flasque comme après l'injection de curare; mais les réflexes sont bien plus faibles, et disparaissent beaucoup plus vite quand on emploie des doses plus fortes, par exemple en injectant 0ᵍ025. Le cœur alors s'arrête en diastole; l'action est encore plus rapide en injectant 0ᵍ04. M. Kœhler (2) a fait cette expérience, mais il n'a pas porté une attention rigoureuse sur ce qui se passe du côté du cœur. L'action sur cet organe est bien plus évidente qu'avec le curare, et on voit de plus que les mouvements, soit volontaires, soit réflexes, surtout ces derniers, sont bien plus rapidement affaiblis, ou même complètement abolis dans le cas de l'ésérine.

(1) Le curare a été essayé par un grand nombre de physiologistes sur une foule d'animaux de divers groupes. Je renvoie ceux qui voudraient avoir la bibliographie de ce sujet au mémoire de M. F. Plateau : *Recherches physiologiques sur le cœur des crustacés décapodes* (Archives de Biologie publiées par Van Beneden et Van Bambeke. 1880; vol. I, p. 662).

(2) R. Kœhler. *Recherches physiologiques sur l'action des poisons chez les invertébrés.* Nancy, 1883.

Nicotine.

Lorsque la dose injectée est très-faible, par exemple si elle ne dépasse pas 0ᵍ0005, le nombre des pulsations du cœur est d'abord ralenti, puis une accélération passagère survient, suivie d'un nouveau ralentissement, après lequel le nombre des pulsations revient à l'état normal. Pendant l'injection, l'animal se retire vivement dans sa coquille, rejette un mucus filant en abondance, devient immobile, le pied se contracte et est peu sensible; mais l'animal recouvre peu à peu son activité au bout d'un temps plus ou moins long.

C'est ainsi qu'un escargot auquel j'injecte 0ᵍ00025, et qui donnait normalement vingt pulsations à la minute, n'en donne plus que quinze deux minutes après l'injection, et vingt-six minutes après, puis on observe un ralentissement graduel.

Si on emploie des doses plus fortes, comme l'a fait M. Kœhler, le ralentissement initial s'exagère subitement, on ne constate pas d'accélération. Après huit ou dix pulsations et quelquefois immédiatement, le cœur s'arrête, ventricule en systole, tandis que l'oreillette est très-gonflée. Tout mouvement, volontaire ou réflexe, n'a plus lieu par excitation; un mucus épais est rejeté en abondance, le pied devient dur et insensible; sa face inférieure apparaît comme couverte d'une multitude de petites éminences opalines qui ressemblent tout d'abord à des pustules. Les pulsations du cœur reprennent souvent, faibles et très-lentes il est vrai, mais persistant quelquefois longtemps après la mort apparente.

Chez un escargot à qui je coupais les tentacules et à qui j'incisais le pied (il n'avait pas eu le temps de rétracter ces organes, tant l'action avait été rapide), je ne constatais pas le moindre mouvement. Cependant le cœur donnait quelques pulsations. L'animal était bien mort,

du reste le pied commençait déjà à brunir en se desséchant. Le cœur finit néanmoins par s'arrêter définitivement, ventricule en systole, oreillette en diastole, sept heures après l'injection.

J'ai toujours pu réveiller quelques pulsations par excitation directe, peu après la mort apparente.

En déposant quelques gouttes d'une solution de nicotine sur le cœur après avoir ouvert le péricarde, on observe les mêmes phénomènes généraux que ceux qu'on obtient par injection.

L'action de la nicotine sur un escargot préalablement curarisé est la même que si elle agissait seule. Ceci avait déjà été constaté chez d'autres invertébrés, par exemple chez l'écrevisse. (M. Plateau.)

Vératrine.

L'escargot ne résiste pas à 0ᵍ001 de sulfate de vératrine.

Pendant l'injection, il se contracte fortement, sécrète une quantité considérable de mucus blanchâtre. Le cœur, dont les mouvements sont d'abord accélérés, ne tarde pas à perdre une grande partie de son activité; mais je ne l'ai jamais vu s'arrêter « définitivement, après une quinzaine de pulsations », comme le dit M. Kœhler. Si la dose est forte, il s'arrête pendant assez longtemps, mais les pulsations reprennent lentes et irrégulières, pour ne s'arrêter que plus tard, et dans ce cas il semble que l'accélération initiale fasse défaut.

Après l'injection, le corps est contracté, présente quelquefois des convulsions, puis devient immobile et peu sensible aux excitations. Les réflexes disparaissent quelques heures plus tard, et la mort survient, le cœur arrêté en diastole.

Antipyrine.

L'action de l'antipyrine a été étudiée, dans ces derniers temps, sur les vertébrés. Personne, à ma connaissance, ne l'a étudiée chez les autres animaux. Voici les résultats que j'ai obtenus à ce sujet :

L'escargot résiste à des doses très-fortes (0ᵍ05) d'antipyrine. En injectant 0ᵍ025, l'animal rentre vivement dans sa coquille, sort de nouveau. Les mouvements volontaires s'affaiblissent mais ne cessent pas. Du côté du cœur on constate une diminution sensible dans le nombre des battements. Le lendemain, l'escargot a repris son allure normale.

A la dose de 0ᵍ05, l'antipyrine ralentit un instant les mouvements du cœur et finit par les arrêter presque immédiatement, ventricule en systole. Les mouvements volontaires disparaissent presque complètement une heure trente minutes après l'injection. Les réflexes persistent. Le lendemain, les mouvements volontaires étaient devenus normaux, car pendant la nuit l'escargot s'était sécrété une cloison, et le cœur avait repris ses battements.

La dose de 0,1 d'antipyrine est funeste à l'escargot : le cœur est rapidement arrêté en systole ; les mouvements volontaires disparaissent, et longtemps après il en est de même des réflexes ; le pied est couvert d'une couche de mucus ; l'ouverture du péricarde provoque une dizaine de pulsations du cœur, puis s'arrête en systole ; mais par l'excitation directe on peut obtenir quelques pulsations longtemps après la mort apparente (1).

(1) L'action de l'antipyrine a été étudiée chez l'homme par MM. Filehne, Germain Sée et plusieurs autres physiologistes.

M. Hénocque a reconnu que cette substance donnait lieu à des convulsions tétaniformes présentant une analogie remarquable avec le strychnisme, et enfin la mort par asphyxie (lapin, cobaye, grenouille).

D'après les auteurs que je viens de citer, l'antipyrine amène un abaissement de tem-

Strychnine-Brucine.

M. Heckel (1) n'a pu amener la mort chez l'escargot avec 0ᵍ045 de strychnine. Je n'ai jamais obtenu pareil résultat. La plupart des sujets mis en expérience n'ont pas résisté à 0ᵍ02 de sulfate de strychnine, et je confirme l'expérience de M. Kœhler.

Quant à l'accéléralion des battements du cœur, je ne l'ai observée qu'en employant des doses inférieures à 0ᵍ02. Ainsi, un escargot à qui j'injecte 0ᵍ006 présente une augmentation de onze pulsations sur le nombre observé avant l'injection ; puis il y a ralentissement. Le lendemain, l'animal était complètement remis.

En employant des doses plus fortes, le cœur s'arrête après une dizaine de pulsations. L'animal devient mou, immobile, après avoir présenté des convulsions au début. Les réflexes sont d'abord très-énergiques, puis s'affaiblissent, et si la dose est suffisante (0,025 à 0,04), la mort arrive après un temps plus ou moins long. Le cœur est alors arrêté en systole souvent peu marquée. Dans plusieurs cas, j'ai vu le cœur battre après la mort apparente, comme s'il était devenu indépendant du système nerveux général. (Le même fait se produit avec la nicotine.)

La brucine agit de la même façon que la strychnine.

Cocaïne.

Vulpian (1) a essayé l'action de la cocaïne sur l'escargot; il ne parle pas de l'effet de cette substance sur le cœur. Il a observé l'immobilité presque complète de l'animal

pérature et un ralentissement des mouvements du cœur. J'ai constaté, comme on vient de le voir, le même fait chez l'escargot.

On trouvera sur l'antipyrine de nombreux renseignements dans le *Journal de pharmacie et de chimie*, numéro de janvier 1885.

(1) Heckel : *Comptes-rendus de l'Acad. des Sc.*, 1879 ; t. LXXXVIII, p. 918.

(1) Vulpian : *Comptes-rendus de l'Acad. des Sc.*, 24 novembre 1884.

sans que la sensibilité soit abolie, après avoir injecté 1/2 cc. d'une solution au 1/100 de chlorhydrate de cocaïne.

En étudiant attentivement l'action de cette substance, j'ai obtenu les résultats suivants :

J'injecte 0ᵍ003 de chlorhydrate de cocaïne à un escargot. On voit le cœur s'arrêter en diastole. L'animal rentre dans sa coquille; puis les pulsations recommencent, d'abord lentes, passent ensuite par un maximum dix minutes après l'injection, pour redevenir normales. Après environ deux heures, l'escargot est complètement remis.

En injectant 0ᵍ006, on observe les mêmes phénomènes un peu plus accentués; l'animal devient immobile, mais reste sensible, et n'est bien remis qu'après dix heures.

Il résiste également à une injection de 0ᵍ02.

Si on injecte 0ᵍ025, on observe encore l'arrêt du cœur en diastole; l'animal reste étalé, mou et flasque; les tentacules, gonflés, sont affaissés sur la tête. Les mouvements volontaires cessent bientôt. Les réflexes deviennent faibles, le ventricule est relâché en diastole, mais vide et aplati.

Je me suis servi de cette propriété qu'a le chlorhydrate de cocaïne d'insensibiliser à fortes doses l'escargot pour étudier quelques points de la physiologie des centres nerveux. J'exposerai les résultats obtenus dans une autre partie de ce travail (1).

Si l'on dépose directement sur le cœur une solution plus ou moins concentrée, on observe les mêmes phénomènes que précédemment, relativement au cœur.

Atropine.

En injectant 0ᵍ012 d'atropine à un escargot, les pulsations, qui étaient au nombre de vingt-trois, descendent

(1) J'ai étudié aussi l'action de la cocaïne sur d'autres invertébrés. *Comptes-rendus de l'Acad. des Sc.*, 2 juin 1885.

Aconitine.

L'escargot résiste fort bien à 0ᵍ006 de sulfate d'aconitine. Pendant l'injection, l'animal rentre dans sa coquille; le pied offre des mouvements convulsifs; le cœur, qui présente d'abord une accélération très-passagère, ralentit bientôt ses mouvements; trois minutes après l'injection, il ne donne plus que dix pulsations, alors qu'il en donnait vingt avant. L'animal est très-sensible, les mouvements volontaires ne s'affaiblissent que deux heures après l'injection, sans disparaître complètement, car quelque temps après il rentre dans sa coquille; il en sort le lendemain et se met en marche. Son état est alors tout à fait normal.

L'escargot ne résiste pas à 0ᵍ025. Après une quinzaine de pulsations, le cœur s'arrête en systole; on observe des mouvements convulsifs du pied. Moins de deux heures après l'injection, les mouvements volontaires ont disparu. Le pied est un peu contracté; les réflexes sont faibles. Le lendemain, la mort arrive, le cœur étant en systole.

En injectant 0ᵍ05, on observe les mêmes phénomènes, plus rapides et plus intenses.

L'action de l'aconitine diffère donc de celle du curare, dont on l'a souvent rapprochée, pour l'escargot du moins. L'action sur le cœur est surtout plus nette qu'avec le curare.

Mes expériences conduisent donc à un résultat bien différent de celui indiqué par M. Kœhler, qui a trouvé que cette substance, même à la dose de 0ᵍ02, n'amène aucun symptôme d'intoxication chez l'escargot.

Sulfocyanure de potassium.

J'ai constaté que l'injection de 0ᵍ005 ralentissait déjà les mouvements du cœur. A la dose de 0ᵍ01, les pulsations descendent peu après de dix-neuf à sept, puis reprennent

successivement à douze, cinq, puis remontent à vingt-cinq, et l'animal se remet complètement deux heures après.

Si on injecte 0ᵍ025, on a la même action sur le cœur, l'animal devient immobile, et les pulsations ne reprennent leur caractère normal que quinze à vingt heures après l'injection.

L'escargot résiste encore à 0ᵍ05 après avoir présenté les mêmes phénomènes, plus accentués que dans les cas précédents.

Mais un escargot à qui j'avais injecté 0ᵍ2 ne résista pas; aussitôt après l'injection, un mucus abondant est rejeté, le cœur paraît immobile à travers le péricarde que j'ouvre. Je trouve l'oreillette très-distendue, le ventricule en systole; les excitations mécaniques ne donnent que des mouvements très-faibles et exclusifs à la partie excitée; le corps est flasque, le mucus devient verdâtre, l'animal meurt.

On voit donc que si l'action est passagère avec des doses relativement fortes, elle est très-intense et amène la mort avec des doses suffisantes.

La limace, qui est plus sensible que l'escargot à l'action de l'atropine, mange impunément les feuilles de belladone; cela tient évidemment à ce que, à poids égal, les feuilles sont environ six cents fois moins actives que l'atropine.

En appliquant directement sur le cœur une solution concentrée de sulfate d'atropine, on observe, comme après l'injection, un ralentissement marqué du cœur, puis les pulsations reprennent leur caractère normal; le cœur peut même être arrêté ventricule en systole pendant un temps assez long.

Nous ne pouvons donc comprendre l'assertion de M. Kœhler, qui affirme que « les mouvements du cœur ne se sont ni arrêtés, ni même ralentis » par l'injection de 0ᵍ02 de sulfate d'atropine.

leur rythme normal. Quelquefois cette même dose de 0ᵍ01 suffit pour arrêter presque de suite le cœur en systole, mais l'état normal réapparaît six ou huit heures après l'injection.

L'escargot ne résiste pas à la dose de 0ᵍ04; les mouvements volontaires ou réflexes s'arrêtent rapidement; les réflexes sont localisées à la partie excitée.

En déposant directement sur le cœur une solution concentrée du sel, le cœur s'arrête bientôt en systole, puis l'oreillette offre des mouvements auxquels le ventricule ne prend part que longtemps après. J'ai toujours observé l'arrêt du ventricule en systole.

D'après M. Kœhler, « après l'injection de 0ᵍ01, l'animal se rétracte vivement dans sa coquille, mais les battements du cœur ne sont pas sensiblement modifiés dans leur rythme; l'absorption de doses plus élevées (2-3 centigr.) provoque un ralentissement très-notable des battements du cœur, qui ne tarde pas à s'arrêter en systole. »

Sulfate de cuivre et Bichlorure de mercure.

En injectant 0ᵍ01 et même des doses bien plus faibles, 0ᵍ005 par exemple, on observe un arrêt presque immédiat du cœur, ventricule en systole; l'oreillette est très-distendue. Le sang est troublé par la présence de grumeaux d'un blanc verdâtre; le corps est contracté; l'escargot rejette en quantité considérable un mucus épais. La mort arrive rapidement après l'injection.

Le bichlorure agit d'une façon identique, mais encore bien plus rapide.

Si on dépose directement sur le cœur quelques gouttes d'une solution concentrée de sulfate de cuivre, le cœur devient rapidement immobile, le ventricule se contracte énergiquement et ne donne rien par excitation ni par addition d'une goutte de sulfate d'atropine en solution aux 2/5. Néanmoins, l'animal est sensible et fait des mou-

vements assez étendus. Il se trouve dans le cas d'un escargot dont le cœur a été extirpé; dans ce cas en effet la mort ne survient que longtemps après cette extirpation, qui est cause de divers phénomènes que j'ai décrits au commencement de ce travail.

Chloroforme, Ether, Benzine.

Ces trois substances, en vapeur et mélangées à l'air, agissent de la même façon sur l'escargot. Aussitôt que l'animal est plongé dans l'atmosphère toxique, il se rétracte vivement; le pied offre des mouvements convulsifs; le cœur, dont les mouvements sont d'abord accélérés (cette accélération persiste longtemps avec les vapeurs de benzine), se ralentit bientôt considérablement et finit par s'arrêter en systole. Les mouvements volontaires sont abolis; il en est de même des réflexes, et la mort arrive si les sujets en expérience ne sont pas assez tôt reportés à l'air libre.

Dans le cas d'intoxication par les trois substances en question, l'escargot émet constamment un mucus blanchâtre, épais, comme cela arrive du reste avec beaucoup d'autres poisons.

(Extrait de la *Revue d'Auvergne.)*

Clermont-Ferrand, typographie Mont-Louis, rue Barbançon, 1 et 2.

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES

SUR LE

COEUR DES GASTÉROPODES PULMONÉS

(Suite.)

ACTION DE LA TEMPÉRATURE.

La température a sur le cœur des mollusques la même influence générale que sur le cœur des autres animaux. C'est-à-dire que la fréquence des pulsations augmente avec la température. Mais cette influence est beaucoup plus marquée chez les animaux à sang froid que chez les vertébrés supérieurs ; les mollusques en particulier offrent des variations considérables.

J'ai fait à ce sujet, sur diverses espèces de pulmonés, de nombreuses expériences que je crois devoir diviser en deux séries. Dans la première j'ai étudié l'action de températures élevées, provoquées artificiellement. Dans la seconde, j'ai cherché quelle est l'action des variations normales, naturelles de la température dans les conditions ordinaires de la vie des animaux mis en observation.

1° Action des températures élevées. — Lorsqu'il est soumis à des températures de plus en plus élevées, le cœur des vertébrés présente une accélération croissante et, à un degré de chaleur déterminé, entre en tétanos

presque complet. En est-il de même pour le cœur des pulmonés ?

Pour étudier cette question, je plonge dans un vase de verre plein d'eau un Helix pomatia dont le cœur est mis à nu. Je chauffe graduellement en notant la température et le nombre de pulsations. Dans ces conditions l'animal, surtout le cœur, se met rapidement en équilibre de température avec le liquide. L'eau ne peut amener de perturbations dans les résultats, car la durée de l'expérience est très-courte et l'on sait que l'escargot reste plusieurs heures immergé avant qu'on puisse trouver une diminution dans la fréquence des pulsations. Cette disposition permet aussi d'avoir pendant un temps suffisant une température sensiblement constante. Or, voici ce qu'on observe :

A 14° on note 35 pulsations à la minute, à 17° 48, à 20° 50, à 24°5 55, à 30° 70, à 35° 90, à 38° 100 pulsations. Dès 30°-35° l'animal fait de violents mouvements et ses convulsions durent presque jusqu'à la mort. A 35° les battements du cœur deviennent irréguliers. A 45° on ne compte plus que 78 pulsations au lieu de 100 ; elles sont peu amples et accompagnées de mouvements ondulatoires de la surface du cœur. A 48° le travail du cœur devient excessivement faible ; on n'aperçoit que des ondulations insensibles du cœur qui est en systole. L'animal est mort, le cœur continue à présenter les mouvements d'oscillation ; si on élève encore la température, il meurt à son tour en systole et ne réagit plus aux excitations. Ces expériences répétées ont donné les mêmes résultats.

En résumé, sous l'influence de températures élevées (vers 48° pour Helix pomatia) le cœur entre en tétanos presque complet, en systole permanente, comme un cœur de vertébré.

2° *Action des variations naturelles de température.* — Cette série d'observations se rattache particulièrement

aux phénomènes qu'on observe pendant le sommeil hivernal des gastéropodes, dont les fonctions vitales présentent alors un ralentissement considérable.

Gaspard, Spallanzani, Barkow (1) ont fait de nombreuses observations sur ce sujet.

Barkow croit, contrairement à l'opinion des deux auteurs précédents, que l'arrêt de la circulation n'est pas complet. C'est en effet ce qui arrive lorsque la température ne descend pas au-dessous de 0°. Mais, si l'abaissement de la température dépasse cette limite, le cœur cesse complètement de battre.

Du reste des escargots assez refroidis pour être congelés peuvent résister longtemps et revenir à la vie lorsque la température se relève graduellement. Barkow prétend n'avoir jamais vu revenir à la vie des escargots qu'il avait fait geler. Ceci tient sans doute à ce qu'il les réchauffait trop brusquement, ou à ce qu'il les laissait trop longtemps à des températures trop basses. Spallanzani, observateur extrêmement consciencieux et sagace, a constaté les faits contraires, et mes expériences m'obligent à me ranger à l'avis de cet ancien observateur.

Au mois de janvier 1885, je fis sur de nombreux escargots l'expérience suivante.

Je prends un exemple : à 7° un escargot présentait 12 pulsations à la minute. Je l'exposai sur la fenêtre à — 3°. Le nombre des pulsations diminua graduellement jusqu'à zéro. Le cœur devint immobile, ventricule en demi-diastole, et resta ainsi pendant plus d'une heure. Je retirai alors l'animal non gelé et il revint à l'état normal.

Dans tous les cas je constatai une diminution graduelle plus ou moins rapide suivant la taille et l'état initial des animaux observés ; mais la diminution des mouvements du cœur aboutit toujours à un arrêt de cet organe.

(1) Barkow, *Der Winterschlaf*, Berlin, 1846. — L'auteur résume et discute les observations de Gaspard et Spallanzani ; p. 135-146, p. 279-283.

Gaspard et Spallanzani ont observé que le cœur ne bat plus lorsque les escargots sont en équilibre de température avec un milieu à — 1°. Barkow ne partage pas cet avis. Il prétend que ces auteurs ont été trompés, par ce fait que les animaux présentaient des contractions très-lentes du cœur et que n'observant pas assez longtemps pour voir les pulsations, Gaspard et Spallanzani ont conclu que le cœur restait immobile.

Je ne crois pas que la sagacité du célèbre observateur ait été mise aussi facilement en défaut. C'est Barkow qui s'est trompé. Voici en effet ce qu'il dit :

« Je ne pus apercevoir des pulsations tant que le péricarde ne fut pas coupé ; mais après cette opération, le cœur donna jusqu'à 10 pulsations à la minute. » Mais alors l'annimal n'était pas dans des conditions normales, car des excitations directes du cœur, même très-faibles, provoquent des pulsations. Le brusque contact de l'air suffit même pour amener des contractions. Prévenu par l'objection de Barkow, j'ai examiné longtemps des escargots à — 1° ou — 2° sans pouvoir constater le moindre mouvement du côté du cœur, en me gardant bien, évidemment, de pratiquer l'opération que Barkow fit à ses escargots.

En ce qui concerne la congélation, j'ai répété les expériences de Spallanzani. Des escargots exposés toute une nuit à — 6° (température minima) furent trouvés tous gelés. Sur 45, 25 réagirent aux excitations après trois heures d'exposition à 7°, 18 survécurent.

Pendant tout le mois de janvier 1885, j'exposai 50 escargots à des températures assez basses. Ils furent probablement congelés plusieurs fois. Après ce temps je les mis dans un milieu à 8° ; 6 seulement résistèrent. Ce qui s'explique par la réitération des congélations et l'exposition à des températures trop basses.

Ces expériences, renouvelées en janvier 1886, me donnèrent des résultats analogues. Sur 50 escargots exposés à

des congélations réitérées, 2 seulement survécurent. Il est vrai que sur 50 individus il y en avait 15 qui avaient déjà été expérimentés en janvier 1885 et qui étaient très-affaiblis.

Or pendant tout le temps que dure la congélation il ne peut y avoir ni circulation, ni respiration.

La durée de la suspension de ces fonctions est plus grande qu'on ne le croirait tout d'abord, puisqu'il n'est pas nécessaire que les animaux soient gelés pour que le cœur cesse de battre; il suffit en effet comme on l'a vu que la température s'abaisse à — 1° ou à — 2°, ce qui arrive constamment pendant les grands froids. — Les autres pulmonés se comportent d'une façon semblable, avec quelques différences individuelles qu'il serait trop long de rapporter ici.

Au printemps, lorsque la température s'élève et que la fin du sommeil hivernal est proche, on voit la fréquence des pulsations s'accroître peu à peu. Il n'y a cependant pas proportionnalité exacte entre cet accroissement et celui de la température. Pour le même accroissement de température, le nombre différentiel des pulsations entre deux degrés consécutifs est d'autant plus grand que la température est plus élevée. Ainsi une limnée qui donnait 13 pulsations à 13°5 n'en donne que 16 à 16°, c'est-à-dire un accroissement de 3 pulsations pour une différence de 2°5; à 20°5 la même limnée donne 30 pulsations et à 24°44, c'est-à-dire une différence de 14, pour un accroissement de 3°5 soit une différence de 10 pulsations pour un accroissement de 2°5.

On trouve dans divers ouvrages, en particulier dans le traité de physiologie de Burdach (1) des observations nombreuses sur la fréquence des battements du cœur chez un grand nombre d'animaux. Mais comme le dit Milne-Edwards, « ces indications n'ont quelque valeur qu'en

(1) Burdach, Traité de physiologie. T. VI, p. 289.

ce qui concerne les mammifères et les oiseaux, car chez les animaux à sang froid, les variations déterminées par la température extérieure sont si grandes, qu'on ne peut rien conclure d'observations dans lesquelles on n'a pas tenu compte de cette circonstance. »

Il est cependant indispensable, dans certaines recherches physiologiques, d'avoir à ce sujet des indications précises et de tenir compte des conditions dans lesquelles se présentent les phénomènes; les observations n'ont quelque valeur qu'à cette condition. Quand un pulmoné est au repos depuis longtemps, il suffit d'indiquer la température pour que le nombre des pulsations soit précis. Il n'en est pas de même dans des conditions différentes où il faut tenir compte non-seulement de la température mais encore de l'état physiologique de l'animal. Je pourrais donner plusieurs tableaux se rapportant à cette question. Je me contenterai d'indiquer les résultats qu'on peut en tirer : comme on l'a vu, le nombre des pulsations croît avec la température et d'autant plus vite que la température est plus élevée. Pour un même animal à la même température et les autres conditions étant semblables, la fréquence des pulsations varie peu. Pour une même température dans des conditions extérieures semblables les pulmonés présentent des différences individuelles dans le nombre des pulsations, différences qui peuvent être assez grandes.

La plupart des mollusques terrestres restent cachés et immobiles pendant les chaudes journées de l'été. Ils se sécrètent à l'ouverture de leur coquille une mince cloison qui les protége contre une trop grande sécheresse. Pendant cette sorte de sommeil estival les fonctions vitales sont amoindries, le cœur bat moins vite que lorsqu'ils sont en pleine activité, mais la moindre excitation les réveille, et l'activité devient très-rapidement normale.

ACTION DE L'ÉLECTRICITÉ.

Si on met à nu le cœur de l'escargot en incisant le péricarde et si on fait agir directement les courants induits on observe l'arrêt de l'organe en systole énergique. L'arrêt du cœur en systole persiste tant que l'excitation dure. Le cœur entre donc sous l'influence de courants induits, en état de tétanos ou contraction permanente comme un cœur de vertébré. Autant que j'ai pu le constater, directement, le tétanos était complet, ce qui s'accorde parfaitement avec ce fait que les secousses musculaires du cœur de l'escargot sont très-allongées, et l'on sait que plus un muscle a les secousses lentes plus il entre facilement en tétanos complet.

L'expérience renouvelée plusieurs fois m'a donné identiquement les mêmes résultats.

Foster a constaté qu'une action électrique d'une « certaine intensité » arrête le cœur en diastole. Je n'ai jamais rien observé de semblable. Cet auteur avance le même fait pour le crabe, or, ni Lemoine, ni M. Plateau n'ont obtenu ce résultat. Ces deux savants ont au contraire vu l'arrêt du cœur du crabe se produire constamment en systole, et ne peuvent comprendre comment Foster a pu arriver à un résultat si différent.

INFLUENCE DE L'AGE.

De même que chez la généralité des autres animaux on trouve que chez les pulmonés l'activité cardiaque est d'autant plus grande que les individus observés sont plus jeunes. Ainsi deux Limnea auricularia, l'une adulte, l'autre beaucoup plus jeune dans les mêmes conditions et en même temps donnaient les nombres suivants :

à 24°	44	pulsations	(adulte)	66	pulsations (jeune).
à 20°5	30	—		39	—
à 16°	16	—		23	—
à 13°5	13	—		16	—

Il en est de même pour les pulmonés terrestres.

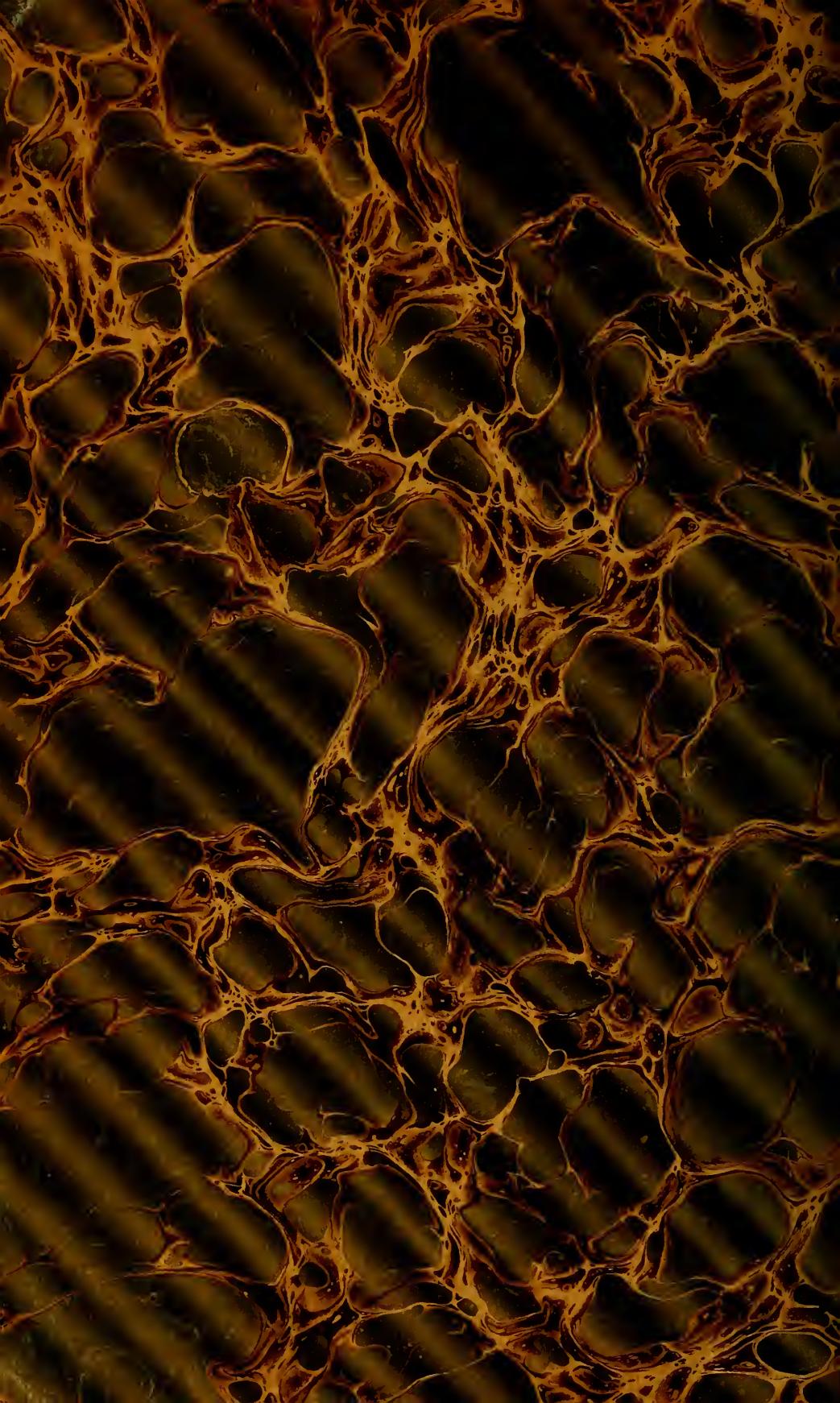
Influence d'un jeune prolongé.

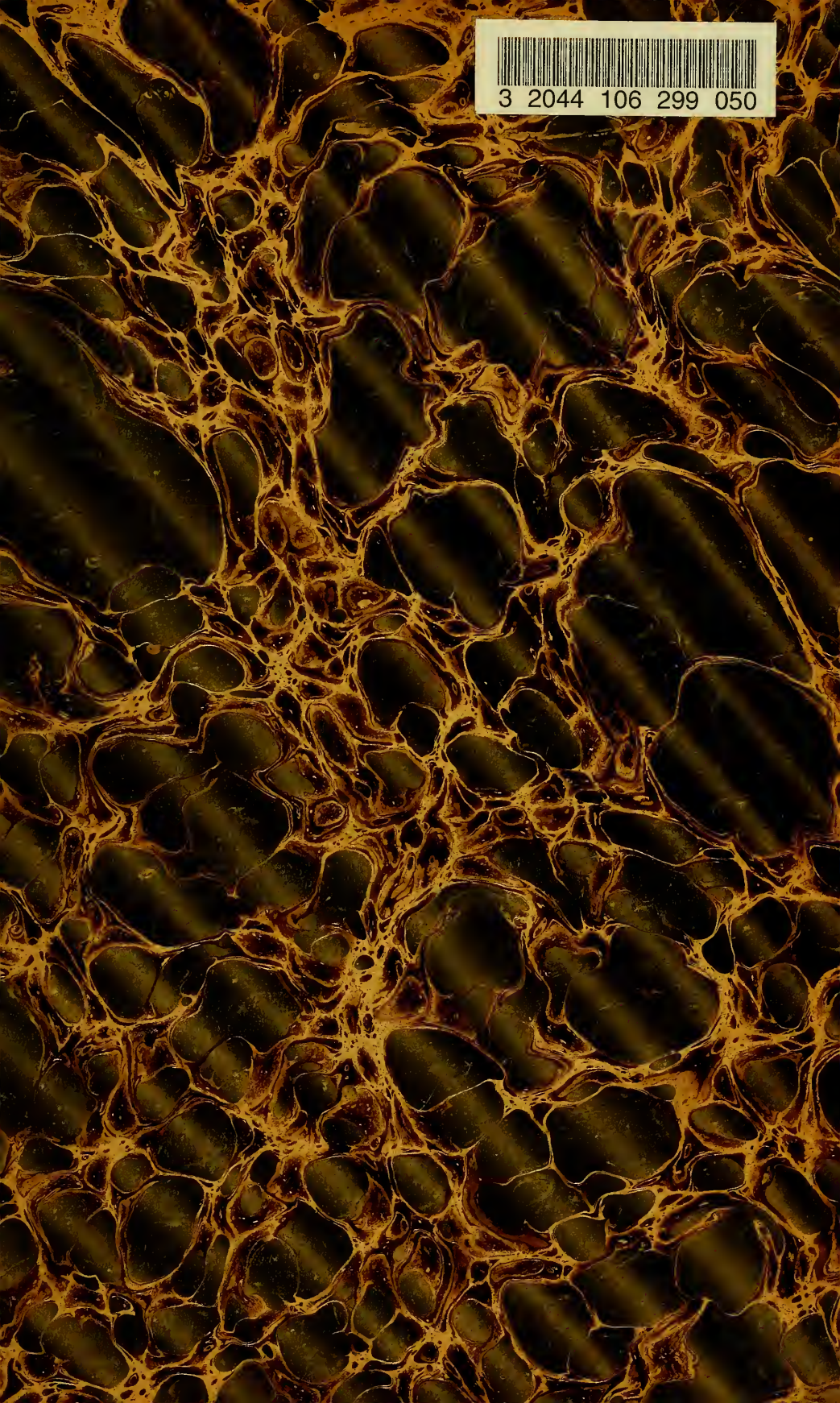
Lorsque les pulmonés sortent de leur torpeur après quatre mois environ d'abstinence, on constate que l'activité du cœur est bien moins grande que dans la période estivale, la température étant la même. Ils se comportent donc à cet égard comme les vertébrés supérieurs chez lesquels une abstinence prolongée amène une diminution notable dans le nombre des pulsations. Mais l'action est beaucoup plus marquée chez les mollusques, chez les pulmonés en particulier.

J. Richard.

(Extrait de la *Revue d'Auvergne.)*

Clermont-Ferrand. — Imprimerie Mont-Louis, rue Barbançon, n° 2.




3 2044 106 299 050